

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

35.C14241



6/P. Papers
Leurs
10/5/00
PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:)	
NOBUHIRO ITO)	Examiner: Not Assigned
Application No.: 09/505,627)	Group Art Unit: Not Assigned
Filed: February 16, 2000)	
For: MANUFACTURING METHOD OF)	July 7, 2000
ELECTRON BEAM APPARATUS AND)	
SPACER, AND ELECTRON BEAM)	
APPARATUS)	

Commissioner for Patents
Box Missing Parts
Washington, D.C. 20231

CLAIM TO PRIORITY

Sir:

Applicant hereby claims priority under the International Convention and all rights to which he is entitled under 35 U.S.C. § 119 based upon the following Japanese Priority Applications:

JAPAN	11-037958	February 17, 1999
JAPAN	2000-037454	February 16, 2000.

Certified copies of the priority documents are enclosed.

Applicant's undersigned attorney may be reached in our Washington, D.C. office by telephone at (202) 530-1010. All correspondence should continue to be directed to our address given below.

Respectfully submitted,


Attorney for Applicant

Registration No. 73,086

FITZPATRICK, CELLA, HARPER & SCINTO
30 Rockefeller Plaza
New York, New York 10112-3801
Facsimile: (212) 218-2200

JWB\WONlp



09/505,627
nobuhito Ito
filed 2/16/00

CF0 1424/US
/fu

日 本 国 特 許 庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

1999年 2月17日

出 願 番 号

Application Number:

平成11年特許願第037958号

出 願 人

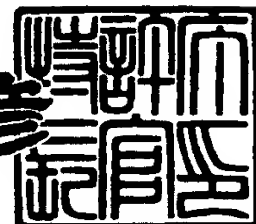
Applicant (s):

キヤノン株式会社

2000年 3月10日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

近 藤 隆 彦



出証番号 出証特2000-3015004

【書類名】 特許願

【整理番号】 3689140

【提出日】 平成11年 2月17日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01J 5/26

【発明の名称】 電子線装置およびその製造方法

【請求項の数】 25

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社
社内

 【氏名】 伊藤 靖浩

【特許出願人】

 【識別番号】 000001007

 【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100096828

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 渡辺 敬介

 【電話番号】 03-3501-2138

【選任した代理人】

 【識別番号】 100059410

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 豊田 善雄

 【電話番号】 03-3501-2138

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 004938

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

特平 1 1 - 0 3 7 9 5 8

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9703710

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電子線装置およびその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の電子放出素子を有する電子源が配設されるリアプレートと、該リアプレートに対向配置されるフェースプレートと、これらの間隔を保持するためのスペーサとを有し、該スペーサは、スペーサ基板のうち少なくともフェースプレート側又は／及びリアプレート側の面に低抵抗膜を有する電子線装置の製造方法であって、該低抵抗膜を、少なくとも液相形成工程と加熱工程によって形成することを特徴とする電子線装置の製造方法。

【請求項 2】 前記液相形成工程で用いる溶液が、少なくとも金属元素を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の電子線装置の製造方法。

【請求項 3】 前記液相形成工程は、溶液の液滴として前記スペーサ基板の一部に吐出する工程であることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の電子線装置の製造方法。

【請求項 4】 前記液滴の吐出をインクジェット方式で行うことを特徴とする請求項 3 に記載の電子線装置の製造方法。

【請求項 5】 前記インクジェット方式が、熱エネルギーによって溶液内に気泡を形成させて該溶液を液滴として吐出させる方式であることを特徴とする請求項 4 に記載の電子線装置の製造方法。

【請求項 6】 前記インクジェット方式が、圧電素子によって溶液を液滴として吐出させる方式であることを特徴とする請求項 4 に記載の電子線装置の製造方法。

【請求項 7】 前記インクジェット方式が、エアブラシによって溶液を液滴として吐出させる方式であることを特徴とする請求項 4 に記載の電子線装置の製造方法。

【請求項 8】 前記インクジェット方式において、複数の吐出ヘッドが設けられた吐出ノズルを用いることを特徴とする請求項 4 ～ 7 のいずれかに記載の電子線装置の製造方法。

【請求項 9】 前記インクジェット方式において、前記スペーサ基板の底面

と側面に同時に液滴を付与することを特徴とする請求項4～8のいずれかに記載の電子線装置の製造方法。

【請求項10】 前記低抵抗膜が形成されるスペーサ基板に対し、予めその側面と底面との角部に実質的に鋭角な断面が存在しないように前処理することを特徴とする請求項1～9のいずれかに記載の電子線装置の製造方法。

【請求項11】 前記スペーサ基板の前処理は、側面と底面の間をR加工もしくはテーパ加工であることを特徴とする請求項10に記載の電子線装置の製造方法。

【請求項12】 前記スペーサ基板の前処理は、低抵抗膜形成部のスペーサ基板の厚さの最大値を t 、低抵抗膜の高さを h 、低抵抗膜の断面内周長を s としたとき、

$$(t^2 + 4h^2) < s^2 < (t + 2h)^2$$

の関係を満足するように行われることを特徴とする請求項10に記載の電子線装置の製造方法。

【請求項13】 請求項11に記載の電子線装置の製造方法において、前記スペーサ基板のR加工は加熱延伸法を用いるものであり、

該加熱延伸法において、所望のスペーサ基板の断面積を S_1 、スペーサ母材の断面積を S_2 としたとき、 $S_2 > S_1$ 、の関係を満足し、かつスペーサ基板の断面と相似形状を有するスペーサ母材の両端を固定し長手方向の一部を軟化点以上の温度に加熱するとともに、一方の端部を加熱部位方向に速度 V_1 で送り出し、もう一方の端部を V_1 と同一方向に速度 V_2 で引き出す際に、これらの速度が、 $S_1 / S_2 = V_1 / V_2$ 、の関係を満たし、

上記加熱延伸後に冷却し、引き伸ばされたスペーサ母材を所望の長さに切断することを特徴とする電子線装置の製造方法。

【請求項14】 前記スペーサ基板のR加工を、その曲率半径 r が低抵抗膜形成部のスペーサ基板の厚さの最大値 t の1%以上となるように行うことを特徴とする請求項11に記載の電子線装置の製造方法。

【請求項15】 前記スペーサ基板のテーパ加工を、研磨によって行うことを特徴とする請求項11に記載の電子線装置の製造方法。

【請求項 1 6】 前記スペーサ基板は、ガラスまたはセラミックから成ることを特徴とする請求項 1 ～ 1 5 のいずれかに記載の電子線装置の製造方法。

【請求項 1 7】 前記低抵抗膜を形成したスペーサに、更に高抵抗膜を形成することを特徴とする請求項 1 ～ 1 6 のいずれかに記載の電子線装置の製造方法。

【請求項 1 8】 前記高抵抗膜は、 10^5 [Ω/\square] ～ 10^{12} [Ω/\square] の表面抵抗値を有することを特徴とする請求項 1 7 に記載の電子線装置の製造方法。

【請求項 1 9】 前記低抵抗膜の表面抵抗値が、前記高抵抗膜の表面抵抗値の十分の一以下であり、かつ 10^7 [Ω/\square] 以下であることを特徴とする請求項 1 8 に記載の電子線装置の製造方法。

【請求項 2 0】 請求項 1 ～ 1 9 のいずれかの製造方法により得られたことを特徴とする電子線装置。

【請求項 2 1】 前記電子放出素子は、冷陰極素子であることを特徴とする請求項 2 0 に記載の電子線装置。

【請求項 2 2】 前記電子放出素子は、電極間に電子放出部を含む導電性膜を有する電子放出素子であることを特徴とする請求項 2 0 に記載の電子線装置。

【請求項 2 3】 前記電子放出素子は、表面伝導型電子放出素子であることを特徴とする請求項 2 0 に記載の電子線装置。

【請求項 2 4】 前記フェースプレートは、入力信号に応じて前記電子放出素子から放出された電子の照射により画像を形成する画像形成部材を有することを特徴とする請求項 2 0 ～ 2 3 のいずれかに記載の電子線装置。

【請求項 2 5】 前記画像形成部材が蛍光体から成ることを特徴とする請求項 2 4 に記載の電子線装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、電子線装置およびその応用である表示装置等の画像形成装置に関するものであり、特に耐大気圧構造を有する電子線装置および画像形成装置および

これらの製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来から、電子放出素子として熱陰極素子と冷陰極素子の2種類が知られている。このうち冷陰極素子では、たとえば表面伝導型放出素子や、電界放出型素子（以下FE型と記す）や、金属／絶縁層／金属型放出素子（以下MIM型と記す）、などが知られている。

【0003】

表面伝導型放出素子としては、たとえば、M. I. E l i n s o n, R a d i o E n g. E l e c t r o n P h y s., 10, 1290, (1965)や、後述する他の例が知られている。

【0004】

表面伝導型放出素子は、基板上に形成された小面積の薄膜に、膜面に平行に電流を流すことにより電子放出が生ずる現象を利用するものである。この表面伝導型放出素子としては、前記エリンソン等による SnO_2 薄膜を用いたものの他に、Au 薄膜によるもの [G. D i t t m e r : " T h i n S o l i d F i l m s", 9, 317 (1972)] や、 In_2O_3 / SnO_2 薄膜によるもの [M. H a r t w e l l a n d C. G. F o n s t a d : " I E E E T r a n s. E D C o n f.", 519 (1975)] や、カーボン薄膜によるもの [荒木久 他：真空、第26巻、第1号、22 (1983)] 等が報告されている。

【0005】

これらの表面伝導型放出素子の素子構成の典型的な例として、図26に前述の M. H a r t w e l l らによる素子の平面図を示す。同図において、3001は基板で、3004はスパッタで形成された金属酸化物よりなる導電性薄膜である。導電性薄膜3004は図示のようにH字形の平面形状に形成されている。該導電性薄膜3004に後述の通電フォーミングと呼ばれる通電処理を施すことにより、電子放出部3005が形成される。図中の間隔Lは0.5mm～1mm、Wは0.1mmで設定されている。尚、図示の便宜から、電子放出部3005は導

電性薄膜 3004 の中央に矩形の形状で示したが、これは模式的なものであり、実際の電子放出部の位置や形状を忠実に表現しているわけではない。

【0006】

M. Hartwell らによる素子をはじめとして上述の表面伝導型放出素子においては、電子放出を行う前に導電性薄膜 3004 に通電フォーミングと呼ばれる通電処理を施すことにより電子放出部 3005 を形成するのが一般的であった。すなわち、通電フォーミングとは、前記導電性薄膜 3004 の両端に一定の直流電圧、もしくは、例えば 1 V/分程度の非常にゆっくりとしたレートで昇圧する直流電圧を印加して通電し、導電性薄膜 3004 を局所的に破壊もしくは変形もしくは変質せしめ、電氣的に高抵抗な状態の電子放出部 3005 を形成することである。尚、局所的に破壊もしくは変形もしくは変質した導電性薄膜 3004 の一部には、亀裂が発生する。前記通電フォーミング後に導電性薄膜 3004 に適宜の電圧を印加した場合には、前記亀裂付近において電子放出が行われる。

【0007】

また、FE型の例は、たとえば、W. P. Dyke & W. W. Dolan, "Field emission", Advance in Electron Physics, 8, 89 (1956) や、あるいは、C. A. Spindt, "Physical properties of thin-film field emission cathodes with molybdenum cones", J. Appl. Phys., 47, 5248 (1976) などが知られている。

【0008】

FE型の素子構成の典型的な例として、図 27 に前述の C. A. Spindt らによる素子の断面図を示す。同図において、3010 は基板で、3011 は導電材料よりなるエミッタ配線、3012 はエミッタコーン、3013 は絶縁層、3014 はゲート電極である。本素子は、エミッタコーン 3012 とゲート電極 3014 の間に適宜の電圧を印加することにより、エミッタコーン 3012 の先端部より電界放出を起こさせるものである。

【0009】

また、FE型の他の素子構成として、図27のような積層構造ではなく基板上に基板平面とほぼ平行にエミッタとゲート電極を配置した例もある。

【0010】

また、MIM型の例としては、たとえば、C. A. Mead, "Operation of tunnel-emission Devices, J. Appl. Phys., 32, 646 (1961) などが知られている。MIM型の素子構成の典型的な例を図28に示す。同図は断面図であり、図において、3020は基板で、3021は金属よりなる下電極、3022は厚さ100Å程度の薄い絶縁層、3023は厚さ80~300Å程度の金属よりなる上電極である。MIM型においては、上電極3023と下電極3021の間に適宜の電圧を印加することにより、上電極3023の表面より電子放出を起こさせるものである。

【0011】

上述の冷陰極素子は、熱陰極素子と比較して低温で電子放出を得ることができるため、加熱用ヒーターを必要としない。したがって、熱陰極素子よりも構造が単純であり、微細な素子を作成可能である。また、基板上に多数の素子を高い密度で配置しても、基板の熱溶融などの問題が発生しにくい。また、熱陰極素子がヒーターの加熱により動作するため応答速度が遅いのは異なり、冷陰極素子の場合には応答速度が速いという利点もある。このため、冷陰極素子を応用するための研究が盛んに行われてきている。

【0012】

たとえば、表面伝導型放出素子は、冷陰極素子のなかでも特に構造が単純で製造も容易であることから、大面積にわたり多数の素子を形成できる利点がある。そこで、たとえば本出願人による特開昭64-31332号公報において開示されるように、多数の素子を配列して駆動するための方法が研究されている。

【0013】

また、表面伝導型放出素子の応用については、たとえば、画像表示装置、画像記録装置などの画像形成装置や、荷電ビーム源、等が研究されている。特に、画像表示装置への応用としては、たとえば本出願人によるUSP5,066,883や特開平2-257551号公報や特開平4-28137号公報において開示

されているように、表面伝導型放出素子と電子ビームの照射により発光する蛍光体とを組み合わせ用いた画像表示装置が研究されている。表面伝導型放出素子と蛍光体とを組み合わせ用いた画像表示装置は、従来の他の方式の画像表示装置よりも優れた特性が期待されている。たとえば、近年普及してきた液晶表示装置と比較しても、自発光型であるためバックライトを必要としない点や、視野角が広い点が優れていると言える。

【0014】

また、FE型を多数個ならべて駆動する方法は、たとえば本出願人によるUS P 4, 904, 895に開示されている。また、FE型を画像表示装置に応用した例として、たとえば、R. Meyerらにより報告された平板型表示装置が知られている[R. Meyer: "Recent Development on Microtips Display at LETI", Tech. Digest of 4th Int. Vacuum Microelectronics Conf., Nagahama, pp. 6~9 (1991)]。

【0015】

また、MIM型を多数個並べて画像表示装置に応用した例は、たとえば本出願人による特開平3-55738号公報に開示されている。

【0016】

上記のような電子放出素子を用いた画像形成装置のうちで、奥行きが薄い平面型表示装置は省スペースかつ軽量であることから、ブラウン管型の表示装置に置き換わるものとして注目されている。

【0017】

図29は平面型の画像表示装置をなす表示パネル部の一例を示す斜視図であり、内部構造を示すためにパネルの一部を切り欠いて示している。

【0018】

図中、3115はリアプレート、3116は側壁、3117はフェースプレートであり、リアプレート3115、側壁3116およびフェースプレート3117により、表示パネルの内部を真空中に維持するための外囲器（気密容器）を形成している。リアプレート3115には基板3111が固定されているが、この基

板 3111 上には冷陰極素子 3112 が $n \times m$ 個形成されている (n 、 m は 2 以上の正の整数であり、目的とする表示画素数に応じて適宜設定される。)。また、前記 $n \times m$ 個の冷陰極素子 3112 は、図 229 に示すとおり、 m 本の行方向配線 3113 と n 本の列方向配線 3114 により配線されている。これら基板 3111、冷陰極素子 3112、行方向配線 3113 および列方向配線 3114 によって構成される部分をマルチ電子ビーム源と呼ぶ。また、行方向配線 3113 と列方向配線 3114 の少なくとも交差する部分には、両配線間に絶縁層 (不図示) が形成されており、電氣的な絶縁が保たれている。

【0019】

フェースプレート 3117 の下面には、蛍光体からなる蛍光膜 3118 が形成されており、赤 (R)、緑 (G)、青 (B) の 3 原色の蛍光体 (不図示) が塗り分けられている。また、蛍光膜 3118 をなす上記各色蛍光体の間には黒色体 (不図示) が設けてあり、さらに蛍光膜 3118 のリアプレート 3115 側の面には、A1 等からなるメタルバック 3119 が形成されている。

【0020】

$Dx1 \sim Dx m$ および $Dy1 \sim Dy n$ および Hv は、当該表示パネルと不図示の電気回路とを電氣的に接続するために設けた気密構造の電気接続用端子である。 $Dx1 \sim Dx m$ はマルチ電子ビーム源の行方向配線 3113 と、 $Dy1 \sim Dy n$ はマルチ電子ビーム源の列方向配線 3114 と、 Hv はメタルバック 3119 と各々電氣的に接続している。

【0021】

また、上記気密容器の内部は 10^{-4} Pa 程度の真空中に保持されており、画像表示装置の表示面積が大きくなるにしたがい、気密容器内部と外部の気圧差によるリアプレート 3115 およびフェースプレート 3117 の変形あるいは破壊を防止する手段が必要となる。リアプレート 3115 およびフェースプレート 3116 を厚くすることによる方法は、画像表示装置の重量を増加させるのみならず、斜め方向から見たときに画像のゆがみや視差を生ずる。これに対し、図 29 においては、比較的薄いガラス板からなり大気圧を支えるための構造支持体 (スペーサあるいはリブと呼ばれる) 3120 が設けられている。このようにして、マル

チビーム電子源が形成された基板 3111 と蛍光膜 3118 が形成されたフェースプレート 3117 間は通常サブミリないし数ミリに保たれ、前述したように気密容器内部は高真空に保持されている。

【0022】

以上説明した表示パネルを用いた画像表示装置は、容器外端子 $D_x 1$ ないし $D_x m$ 、 $D_y 1$ ないし $D_y n$ を通じて各冷陰極素子 3112 に電圧を印加すると、各冷陰極素子 3112 から電子が放出される。それと同時にメタルバック 3119 に容器外端子 H_v を通じて数百 [V] ないし数 [kV] の高圧を印加して、上記放出された電子を加速し、フェースプレート 3117 の内面に衝突させる。これにより、蛍光膜 3118 をなす各色の蛍光体が励起されて発光し、画像が表示される。

【0023】

【発明が解決しようとする課題】

以上説明した画像表示装置の表示パネルにおいては、以下のような問題点があった。

【0024】

第 1 に、スペーサ 3120 の近傍から放出された電子の一部がスペーサ 3120 に当たることにより、あるいは放出電子の作用でイオン化したイオンがスペーサに付着することにより、スペーサ帯電をひきおこす可能性がある。このスペーサの帯電により冷陰極素子 3112 から放出された電子はその軌道を曲げられ、蛍光体上の正規な位置とは異なる場所に到達し、スペーサ近傍の画像が歪んで表示される。

【0025】

第 2 に、冷陰極素子 3112 からの放出電子を加速するためにマルチビーム電子源とフェースプレート 3117 との間には数百 V 以上の高電圧（即ち 1 kV/mm 以上の高電界）が印加されるため、スペーサ 3120 表面での沿面放電が懸念される。特に、上記のようにスペーサが帯電している場合は、放電が誘発される可能性がある。

【0026】

この問題点を解決するために、スペーサに微小電流が流れるようにして帯電を除去する提案がなされている（特開昭57-118355号公報、特開昭61-124031号公報）。そこでは絶縁性のスペーサの表面に高抵抗薄膜（帯電防止膜）を形成することにより、スペーサ表面に微小電流が流れるようにしている。ここで用いられている帯電防止膜は酸化スズ、あるいは酸化スズと酸化インジウム混晶薄膜や金属膜である。

【0027】

また、画像ソースの種類によっては、*duty*の大きい場合などに高抵抗膜による帯電除去する方法だけでは画像のゆがみの低減が不十分であることがあった。この問題は、高抵抗膜付きスペーサと上下基板すなわちフェースプレートおよびリアプレートとの間の電氣的接合が不十分であり、接合部付近に帯電が集中することが要因として考えられる。この点を解決する提案として特開平8-180821号公報のように底面とフェースプレート側およびリアプレート側から100～1000 μ m程度の範囲までを白金などの金属または高抵抗膜より導電率の高い材料を成膜することにより、上下基板との電氣的コンタクトを確保する手法がある。

【0028】

これらの低抵抗膜の成膜法としてスパッタ成膜、抵抗加熱蒸着等の気相成膜手法によるメタライゼーションが一般的であったが、これらは、均一な混合薄膜の材料組成設計が簡便に行えるという理由等により用いられてきた。しかしながら、真空減圧工程を必要とし、パッチ処理のタクトタイムがかかること、装置コストが大きいこと、原料の利用効率が低いことなどの理由から、生産時にコスト上大きな問題となる。したがって、これらの低抵抗膜を、簡便で安価にかつ一度に大量に作成できる作成プロセスが要求されている。

【0029】

本発明の主たる目的は、上記従来スペーサの作成上の欠点を克服するものであり、真空減圧装置を必要とせずに、低抵抗膜付きスペーサを容易かつ安価に作成できるようにすることにある。

【0030】

【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成すべく成された本発明は以下の通りである。

【0031】

すなわち、本発明は、複数の電子放出素子を有する電子源が配設されるリアプレートと、該リアプレートに対向配置されるフェースプレートと、これらの間隔を保持するためのスペーサとを有し、該スペーサは、スペーサ基板のうち少なくともフェースプレート側又は／及びリアプレート側の面に低抵抗膜を有する電子線装置の製造方法であって、該低抵抗膜を、少なくとも液相形成工程と加熱工程によって形成することを特徴とする電子線装置の製造方法にある。

【0032】

上記本発明の電子線装置の製造方法は、更なる特徴として、

「前記液相形成工程で用いる溶液が、少なくとも金属元素を含有する」こと、

「前記液相形成工程は、溶液の液滴として前記スペーサ基板の一部に吐出する工程である」こと、

「前記液滴の吐出をインクジェット方式で行う」こと、

「前記インクジェット方式が、熱エネルギーによって溶液内に気泡を形成させて該溶液を液滴として吐出させる方式である」こと、

「前記インクジェット方式が、圧電素子によって溶液を液滴として吐出させる方式である」こと、

「前記インクジェット方式が、エアブラシによって溶液を液滴として吐出させる方式である」こと、

「前記インクジェット方式において、複数の吐出ヘッドが設けられた吐出ノズルを用いる」こと、

「前記インクジェット方式において、前記スペーサ基板の底面と側面に同時に液滴を付与する」こと、

「前記低抵抗膜が形成されるスペーサ基板に対し、予めその側面と底面との角部に実質的に鋭角な断面が存在しないように前処理する」こと、

「前記スペーサ基板の前処理は、側面と底面の間をR加工もしくはテーパ加工である」こと、

「前記スペーサ基板の前処理は、低抵抗膜形成部のスペーサ基板の厚さの最大値を t 、低抵抗膜の高さを h 、低抵抗膜の断面内周長を s としたとき、

$$(t^2 + 4h^2) < s^2 < (t + 2h)^2$$

の関係を満足するように行われる」こと、

「前記スペーサ基板の R 加工は加熱延伸法を用いるものであり、該加熱延伸法において、所望のスペーサ基板の断面積を S_1 、スペーサ母材の断面積を S_2 としたとき、 $S_2 > S_1$ 、の関係を満足し、かつスペーサ基板の断面と相似形状を有するスペーサ母材の両端を固定し長手方向の一部を軟化点以上の温度に加熱するとともに、一方の端部を加熱部位方向に速度 V_1 で送り出し、もう一方の端部を V_1 と同一方向に速度 V_2 で引き出す際に、これらの速度が、 $S_1 / S_2 = V_1 / V_2$ 、の関係を満たし、上記加熱延伸後に冷却し、引き伸ばされたスペーサ母材を所望の長さに切断する」こと、

「前記スペーサ基板の R 加工を、その曲率半径 r が低抵抗膜形成部のスペーサ基板の厚さの最大値 t の 1 % 以上となるように行う」こと、

「前記スペーサ基板のテーパ加工を、研磨によって行う」こと、

「前記スペーサ基板は、ガラスまたはセラミックから成る」こと、

「前記低抵抗膜を形成したスペーサに、更に高抵抗膜を形成する」こと、

「前記高抵抗膜は、 $10^5 \Omega/\square \sim 10^{12} \Omega/\square$ の表面抵抗値を有する」こと

「前記低抵抗膜の表面抵抗値が、前記高抵抗膜の表面抵抗値の十分の一以下であり、かつ $10^7 \Omega/\square$ 以下である」こと、
をも含む。

【0033】

なお、前記スペーサの底面とは、前記電子線装置の上下基板すなわちフェースプレート（以下、「FP」と記す。）とリアプレート（以下、「RP」と記す。）に直接もしくは間接的に固定される面を意味し、側面とは、その法線上に電子放出素子もしくは放出電子線の軌道が存在する面であり、多くの場合、帯電の緩和を考慮すると高抵抗膜が形成されていることが好ましく、その面の法線は FP 面および RP 面にほぼ平行に配置される。

【0034】

また、本発明は、上記本発明の製造方法により得られたことを特徴とする電子線装置にある。

【0035】

上記本発明の電子線装置は、更なる特徴として、

「前記電子放出素子は、冷陰極素子である」こと、

「前記電子放出素子は、電極間に電子放出部を含む導電性膜を有する電子放出素子である」こと、

「前記電子放出素子は、表面伝導型電子放出素子である」こと、

「前記フェースプレートは、入力信号に応じて前記電子放出素子から放出された電子の照射により画像を形成する画像形成部材を有する」こと、

「前記画像形成部材が蛍光体から成る」こと、
をも含む。

【0036】

また本発明の電子線装置は、以下のような形態を有するものであってもよい。

①前記電子源は、複数の行方向配線と複数の列方向配線とでマトリクス配線された複数の電子放出素子を有する単純マトリクス状配置の電子源をなす。

②前記電子源は、並列に配置した複数の電子放出素子の個々を両端で配線接続した電子放出素子の行を複数配し（行方向と呼ぶ）、この配線と直交する方向（列方向と呼ぶ）に沿って、電子放出素子の上方に配した制御電極（グリッドとも呼ぶ）により、電子放出素子からの電子を制御するはしご状配置の電子源をなす。

【0037】

また、本発明の思想によれば、本発明の電子線装置は、表示用として好適な画像形成装置に限るものでなく、感光性ドラムと発光ダイオード等で構成された光プリンタの発光ダイオード等の代替の発光源として用いることもできる。またこの際、上述の複数本の行方向配線と列方向配線を、適宜選択することで、ライン状発光源だけでなく、2次元状の発光源としても応用できる。この場合、画像形成部材としては、以下の実施例で用いる蛍光体のような直接発光する物質に限るものではなく電子の帯電による潜像画像が形成されるような部材を用いることも

できる。また、本発明の思想によれば、例えば電子顕微鏡のように、電子源からの放出電子の被照射部材が、蛍光体等の画像形成部材以外のものである場合についても、本発明は適用できる。従って、本発明の電子線装置は被照射部材を特定しない一般的電子線装置としての形態もとりうる。

【0038】

【発明の実施の形態】

本発明は、上述のように表示装置等の画像形成装置等に応用可能な電子線装置に関するものであり、特にスペーサ部材に低抵抗膜を付与するにあたり、気相形成方法ではなく液相形成方法を採用することにより、スペーサ部材の端面と側面間の良好な電氣的接合と電子軌道の最適化制御を実現したものである。

【0039】

以下に本発明の好ましい態様について説明する。

【0040】

本発明においては、スペーサ部材に付与する低抵抗膜の液相形成手法として、溶液を液滴として吐出する吐出法を好ましく用いることができる。

【0041】

この吐出法による効果としては、①真空減圧工程を必要としない、②装置コストが抑制できる、③タクトタイムを抑制できる、などの点が挙げられる。すなわち、気相形成方法による場合には、排気、減圧、成膜、大気リーク後の膜は不安定状態にあり、不安定な過渡状態で他の部材を成膜することで膜剥がれ等の問題が生じることがあり、安定状態に緩和させる必要があった。これは膜の構造や表面活性に関係していると思われるが、とりわけ水の脱吸着の安定化に関係すると考えられる。しかしながら、真空工程を経由しない液相形成、加熱焼成を採用することにより、これらの不安定状態の経路を抑えることができる。

【0042】

また、吐出法によるさらなる効果として、膜の不要な部分には吐出しない事が可能で材料の利用効率が高く、また吐出ノズルと被吐出試料の移動速度およびその吐出量を制御する事により、簡便に製膜面積の制御すなわちパターンニングを製膜工程中と同時に進めるので、フォトリソグラフィなどのパターンニング工程を

省く事も可能である、ことが挙げられる。

【0043】

ここで用いられる液滴付与装置の具体例を挙げるならば、任意の液滴を形成できる装置であればどのような装置を用いてもかまわないが、特に十数 ng ～十数 μg 程度の範囲で制御が可能でかつ数十 ng 程度以上の微量の液滴が容易に形成できるインクジェット方式の装置が好適である。そのようなインクジェット方式の装置としては、圧電素子等を用いたインクジェット噴射装置、熱エネルギーによって液体内に気泡を形成させてその液体を液滴として吐出させる方式（以下、バブルジェット方式と称する）によるインクジェット噴射装置、および高圧気体を使用し液を霧状化するエアブラシ方式噴射装置などが挙げられるが、液滴サイズの制御性から圧電素子を用いた方式か熱エネルギーにより気泡を発生させ液滴を吐出させる方式が好ましい。また、液滴の吐出面積の時間効率と面境界における被覆率の点から、図7（a）に示す垂直打ちよりも、図7（b）に示すように液滴704の吐出する方向をスペーサ基板101に対して斜めに行い、側面702と底面703の2面を同時形成する事も可能である。さらには、液滴の吐出形成の際、吐出装置と被吐出試料であるスペーサ基板のどちらを走査してもよく、必要に応じて同時に走査する事も可能である。

【0044】

また、低抵抗膜を形成するために用いる液滴としては、液滴となるものであればどのようなものであっても構わないが、水、溶剤等に所望の抵抗値を得る為の材料を分散または溶解した液、有機金属化合物溶液および有機金属錯体を含有する溶液等があり、選択されうる材料種としては、Pd、Pt、Ru、Ag、Au、Ti、In、Cu、Cr、Fe、Zn、Sn、Ta、W、Pb等の金属、PdO、 SnO_2 、 In_2O_3 、PbO、 Sb_2O_3 等の酸化物、 HfB_2 、 ZrB_2 、 LaB_6 、 CeB_6 、 YB_4 、 Gd_2B_4 等の硼化物、TiC、ZrC、HfC、TaC、SiC、WC等の炭化物、TiN、ZrN、HfN等の窒化物、S、Ge等の半導体、カーボン等が挙げられる。

【0045】

また、形成された低抵抗膜の膜構造は、結晶質、非晶質、多結晶等の構造のい

ずれでもよく、微粒子が分散された微粒子膜を用いる事もできる。なお、ここで述べる微粒子膜とは、複数の微粒子が集合した膜であり、その微細構造として、微粒子が個々に分散配置した状態のみならず、微粒子が互いに隣接あるいは重なり合った状態（島状も含む）の膜をさしており、微粒子の一次粒径は、数Å～数千Å、好ましくは10Å～800Åである。

【0046】

さらには、前記スペーサ基板としてその材料が、石英ガラス、Na等の不純物含有量を減少させたガラス、青板ガラス、 SiO_2 を表面に形成したガラス基板およびアルミナ等のセラミックス基板等から選択する事が可能であるが、パネル組み立て中の熱的ストレスによるスペーサ材の転倒を避ける為、RPおよびFPとの熱膨張率に大きな差が無い材料を選ぶ事が好ましい。また、特にスペーサ材は板状、柱状、円柱状などの形状が吐出法において選択することが考えられ、これらの必要な形状を得る為に、シート整形、ファイバー整形など種々の方法が選択できる。

【0047】

また、低抵抗膜のスペーサ基板の側面と底面間における良好な膜の連続性を確保するために、基板エッジすなわち底面と側面の境界領域における断面形状に実質的に鋭角な断面が存在しないことが好ましい。この具体的な方法としては、例えばスペーサ基板の側面と底面の間をR加工もしくはテーパ加工することが挙げられる。

【0048】

このようにスペーサ基板の底面と側面間の境界領域の断面形状をR加工を施すなどの滑らかな連続面とすることにより、基板エッジすなわち底面と側面の境界領域における低抵抗膜の被覆率を向上させることができる。このため、低抵抗膜が底面と側面で分断されることが無く、両面の良好な電氣的コンタクトを得ることができ、電子線装置としてスペーサを組み込んだ時に、スペーサ表面の帯電をFPおよびRPの基板面に効率的に逃すことができる。

【0049】

さらには、その低抵抗膜形成部付近の基板面の表面積が垂直加工したものの面

積に対して小であることが好ましく、さらに組み立て精度を確保する目的から底面をある程度確保する必要がある。具体的には、例えば図4に示すように、低抵抗膜403の形成部のスペーサ基板101の厚さの最大値を t 、低抵抗膜403の高さを h 、低抵抗膜403の断面内周長を s としたとき、

$$(t^2 + 4h^2) < s^2 < (t + 2h)^2$$

の関係を満足するように加工することが好ましい。

【0050】

上記関係を満足する断面形状を得るための具体的な手法としては、低抵抗膜の連続性、底面・側面間の電氣的接合が良好であれば、如何なる手段を用いてもよいが、簡便なる手法として、図5に示すような装置による以下の加熱延伸法を用いることができる。

【0051】

すなわち、所望するスペーサ基板の断面積を S_1 、スペーサ母材501の断面積を S_2 としたとき、 $S_2 > S_1$ 、の関係を満足し、しかも所望するスペーサ基板の断面と相似形状を有する母材を用い、このスペーサ母材501の両端を固定し長手方向の一部を軟化点以上の温度にヒーター等により加熱するとともに、一方の端部を加熱部位方向に速度 V_1 で送り出し、もう一方の端部を V_1 と同一方向に速度 V_2 で引き出す際に、これらの速度が、 $S_1 / S_2 = V_1 / V_2$ 、の関係を満たすようにして加熱延伸する。このときの加熱温度は、母材の種類、加工形状によるが、通常500～700℃程度である。そして、この後に冷却し、引き伸ばされたスペーサ母材を所望の長さに切断することによって所望の断面形状を有するスペーサ基板を得ることができる。

【0052】

また、垂直に切り出しまたは削り出した基板のエッジに後処理として、R加工またはテーパ処理を施してもよいが、このときの具体的手段としては、サンドブラスト、レーザースクライブ、ウォーターブラスト、スクライブカット、研磨、弗酸等によるケミカルエッチング処理等を用いることができる。

【0053】

基板エッジのR加工の曲率半径の加工範囲は、基板厚の1/2以下の良好な連

続面を形成することができるが、経験的により好ましくは、低抵抗膜形成部のスペーサ基板の厚さの最大値 t （図4参照）の $1/100$ 以上の曲率半径を持つことにより、低抵抗膜の連続性と組み立て精度を満足することが可能となる。

【0054】

また、本来的に吐出法によれば、パターニング機能を有している為、パターニングを別途行う必要はないが、配線との短絡や低抵抗膜の基板エッジ付近における突起形状が放電要因になる場合など、必要に応じて、部分的に低抵抗膜が形成されていない部分を作る事も有効である。この具体的手法としては、特に下記に限定されないが、低抵抗膜に対応したエッチングプロセス、レーザーリペアによる除去、またはフォトリソグラフィーまたはリフトオフプロセスによるパターニング形成、マスクによる塗工液部分展開等を適用する事ができる。

【0055】

また、前記吐出法による低抵抗膜を設けたスペーサにさらに高抵抗膜を付与することにより、スペーサ表面の帯電を抑え、結果として、発光点のずれの無い良好な画像が得られる。より好ましくは、高抵抗膜の表面抵抗値が、 $10^5 \Omega/\square \sim 10^{12} \Omega/\square$ の表面抵抗値を有することで、帯電と上下基板間の電流消費および発熱を抑えることが可能となる。また、低抵抗膜の抵抗値は、上下基板との電氣的接合を良好にする目的から、その表面抵抗値として前記高抵抗膜の抵抗値の $1/10$ 以下であり、かつ $10^7 \Omega/\square$ 以下である事が望ましい。

【0056】

また、本発明に適用する電子放出素子は、冷陰極素子が好ましく、なかでも電極間に電子放出部を含む導電性膜を有する電子放出素子のような表面伝導型電子放出素子は構造が簡単でかつ高輝度を得られることからより好ましい。

【0057】

また、前記FPを、入力信号に応じて前記電子放出素子から放出された電子の照射により画像を形成する画像形成部材を有するものとする事により、本発明の電子線装置を表示装置等の画像形成装置とすることができる。また、この画像形成部材としては、画像記録という観点からさまざまな材料により潜像を形成できるが、蛍光体から成ることにより安価に動画像を記録表示できる。

【0058】

(画像表示装置概要)

次に、本発明を適用した画像表示装置の表示パネルの構成と製造法について、具体的な例を示して説明する。

【0059】

図9は、実施例に用いた表示パネルの斜視図であり、内部構造を示すためにパネルの一部を切り欠いて示している。

【0060】

図中、1015はリアプレート、1016は側壁、1017はフェースプレートであり、1015～1017により表示パネルの内部を真空に維持するための気密容器を形成している。気密容器を組み立てるにあたっては、各部材の接合部に十分な強度と気密性を保持させるため封着する必要があるが、たとえばフリットガラスを接合部に塗布し、大気中あるいは窒素雰囲気中で、400～500℃で10分以上焼成することにより封着を達成した。気密容器内部を真空に排気する方法については後述する。また、上記気密容器の内部は 10^{-4} Pa程度の真空に保持されるので、大気圧や不意の衝撃などによる気密容器の破壊を防止する目的で、耐大気圧構造体として、スペーサ1020が設けられている。

【0061】

次に、本発明の画像形成装置に用いることができる電子源基板について説明する。本発明の画像形成装置に用いられる電子源基板は複数の電子放出素子を基板上に配列することにより形成される。

【0062】

電子放出素子の配列の方式には、電子放出素子を並列に配置し、個々の素子の両端を配線で接続するはしご型配置（以下、はしご型配置電子源基板と称する）や、電子放出素子の一对の素子電極をそれぞれX方向配線、Y方向配線に接続した単純マトリクス配置（以下、マトリクス型配置電子源基板と称する）が挙げられる。なお、はしご型配置電子源基板を有する画像形成装置には、電子放出素子からの電子の飛翔を制御する電極である制御電極（グリッド電極）を必要とする。

【0063】

リアプレート1015には、基板1011が固定されているが、該基板上には電子放出素子1012が $n \times m$ 個形成されている（ n 、 m は2以上の正の整数であり、目的とする表示画素数に応じて適宜設定される。たとえば、高品位テレビジョンの表示を目的とした表示装置においては、 $n \geq 3000$ 、 $m \geq 1000$ 、に設定することが望ましい。）。前記 $n \times m$ 個の電子放出素子は、 m 本の行方向配線1013と n 本の列方向配線1014により単純マトリクス配線されている。前記、1011～1014によって構成される部分をマルチ電子ビーム源と呼ぶ。

【0064】

本発明の画像表示装置に用いるマルチ電子ビーム源は、電子放出素子を単純マトリクス配線もしくは、はしご型配線した電子源であれば、電子放出素子の材料や形状あるいは製法に制限はない。

【0065】

したがって、たとえば表面伝導型放出素子やFE型、あるいはMIM型などの冷陰極素子を用いることができる。

【0066】

次に、電子放出素子として表面伝導型放出素子（後述）を基板上に配列して単純マトリクス配線したマルチ電子ビーム源の構造について述べる。

【0067】

図10に示すのは、図9の表示パネルに用いたマルチ電子ビーム源の平面図である。基板1011上には、後述の図16で示すものと同様な表面伝導型放出素子が配列され、これらの素子は行方向配線1013と列方向配線1014により単純マトリクス状に配線されている。行方向配線1013と列方向配線1014の交差する部分には、電極間に絶縁層（不図示）が形成されており、電気的な絶縁が保たれている。図10のB-B'に沿った断面を、図11に示す。

【0068】

なお、このような構造のマルチ電子源は、あらかじめ基板上に行方向配線1013、列方向配線1014、電極間絶縁層（不図示）、および表面伝導型放出素

子の素子電極と導電性薄膜を形成した後、行方向配線 1013 および列方向配線 1014 を介して各素子に給電して通電フォーミング処理（後述）と通電活性化処理（後述）を行うことにより製造した。

【0069】

本例においては、気密容器のリアプレート 1015 にマルチ電子ビーム源の基板 1011 を固定する構成としたが、マルチ電子ビーム源の基板 1011 が十分な強度を有するものである場合には、気密容器のリアプレートとしてマルチ電子ビーム源の基板 1011 自体を用いてもよい。

【0070】

また、フェースプレート 1017 の下面には、蛍光膜 1018 が形成されている。本例はカラー表示装置であるため、蛍光膜 1018 の部分には CRT の分野で用いられる赤、緑、青、の 3 原色の蛍光体が塗り分けられている。各色の蛍光体は、たとえば図 12 に示すようにストライプ状に塗り分けられ、蛍光体のストライプの間には黒色の導電体 1010 が設けてある。黒色の導電体 1010 を設ける目的は、電子ビームの照射位置に多少のずれがあっても表示色にずれが生じないようにする事や、外光の反射を防止して表示コントラストの低下を防ぐ事、電子ビームによる蛍光膜のチャージアップを防止する事などである。黒色の導電体 1010 には、黒鉛を主成分として用いたが、上記の目的に適するものであればこれ以外の材料を用いても良い。

【0071】

また、3 原色の蛍光体の塗り分け方は前記図 12 に示したストライプ状の配列に限られるものではなく、たとえば図 13 に示すようなデルタ状配列や、それ以外の配列であってもよい。

【0072】

なお、モノクロームの表示パネルを作成する場合には、単色の蛍光体材料を蛍光膜 1018 に用いればよく、また黒色導電材料は必ずしも用いなくともよい。また、蛍光膜 1018 のリアプレート側の面には、CRT の分野では公知のメタルバック 1019 を設けてある。メタルバック 1019 を設けた目的は、蛍光膜 1018 が発する光の一部を鏡面反射して光利用率を向上させる事や、負イオン

の衝突から蛍光膜 1018 を保護する事や、電子ビーム加速電圧を印加するための電極として作用させる事や、蛍光膜 1018 を励起した電子の導電路として作用させる事などである。メタルバック 1019 は、蛍光膜 1018 をフェースプレート基板 1017 上に形成した後、蛍光膜表面を平滑化处理し、その上に A1 を真空蒸着する方法により形成した。なお、蛍光膜 1018 に低電圧用の蛍光体材料を用いた場合には、メタルバック 1019 は用いない。

【0073】

また、本例では用いなかったが、加速電圧の印加用や蛍光膜の導電性向上を目的として、フェースプレート基板 1017 と蛍光膜 1018 との間に、たとえば ITO を材料とする透明電極を設けてもよい。

【0074】

図 15 は図 9 の A-A' の断面模式図であり、各部の符号は図 9 に対応している。スペーサ 1020 はスペーサ基板 101 の表面に帯電防止を目的とした高抵抗膜 1501 を成膜し、かつフェースプレート 1017 の内側（メタルバック 1019 等）及び基板 1011 の表面（行方向配線 1013 または列方向配線 1014）に面したスペーサの当接面 401 及び接する側面 402 に低抵抗膜 403 を成膜した部材からなるもので、上記目的を達成するのに必要な数だけ、かつ必要な間隔をおいて配置され、フェースプレートの内側および基板 1011 の表面に接合材 1502 により固定される。

【0075】

また、高抵抗膜 1501 は、スペーサ基板 101 の表面のうち、少なくとも気密容器内の真空中に露出している面に成膜されており、スペーサ 1020 上の低抵抗膜 403 および接合材 1502 を介して、フェースプレート 1017 の内側（メタルバック 1019 等）及び基板 1011 の表面（行方向配線 1013 または列方向配線 1014）に電氣的に接続される。

【0076】

ここで説明される態様においては、スペーサ 1020 の形状は薄板状とし、行方向配線 1013 に平行に配置され、行方向配線 1013 に電氣的に接続されている。

【0077】

スペーサ1020としては、基板1011上の行方向配線1013および列方向配線1014とフェースプレート1017内面のメタルバック1019との間に印加される高電圧に耐えるだけの絶縁性を有し、かつスペーサ1020の表面への帯電を防止する程度の導電性を有する必要がある。

【0078】

スペーサ基板101としては、前述のように石英ガラス、Na等の不純物含有量を減少したガラス、ソーダライムガラス、アルミナ等のセラミックス部材等が用いられる。なお、スペーサ基板101はその熱膨張率が気密容器および基板1011を成す部材と近いものが好ましい。

【0079】

スペーサ1020を構成する高抵抗膜1501には、高電位側のフェースプレート1017（メタルバック1019等）に印加される加速電圧 V_a を帯電防止膜である高抵抗膜1501の抵抗値 R_s で除したした電流が流される。そこで、スペーサの抵抗値 R_s は帯電防止および消費電力からその望ましい範囲に設定される。帯電防止の観点から表面抵抗は $10^{12}\Omega/\square$ 以下であることが好ましい。十分な帯電防止効果を得るためには $10^{11}\Omega/\square$ 以下がさらに好ましい。表面抵抗の下限はスペーサ形状とスペーサ間に印加される電圧により左右されるが、 $10^5\Omega/\square$ 以上であることが好ましい。

【0080】

絶縁材料からなるスペーサ基板101上に形成された高抵抗膜1501の厚み t は $10\text{nm}\sim 1\mu\text{m}$ の範囲が望ましい。材料の表面エネルギーおよび基板との密着性や基板温度によっても異なるが、一般的に 10nm 以下の薄膜は島状に形成され、抵抗が不安定で再現性に乏しい。一方、膜厚 t が $1\mu\text{m}$ 以上では膜応力が大きくなって膜はがれの危険性が高まり、かつ成膜時間が長くなるため生産性が悪い。従って、膜厚は $50\sim 500\text{nm}$ であることが望ましい。表面抵抗 R/\square は ρ/t であり、以上に述べた R/\square と t の好ましい範囲から、高抵抗膜1501の比抵抗 ρ は $0.1\Omega\text{cm}$ 乃至 $10^8\Omega\text{cm}$ が好ましい。さらに表面抵抗と膜厚のより好ましい範囲を実現するためには、 ρ は 10^2 乃至 $10^6\Omega\text{cm}$ とす

るのが良い。

【0081】

スペーサは上述したようにその上に形成した高抵抗膜1501を電流が流れることにより、あるいはディスプレイ全体が動作中に発熱することによりその温度が上昇する。高抵抗膜1501の抵抗温度係数が大きな負の値であると温度が上昇した時に抵抗値が減少し、スペーサに流れる電流が増加し、さらに温度上昇をもたらす。そして電流は電源の限界を越えるまで増加しつづける。このような電流の暴走が発生する抵抗温度係数の値は経験的に負の値で絶対値が1%以上である。すなわち、高抵抗膜（帯電防止膜）1501の抵抗温度係数は-1%未満であることが望ましい。

【0082】

帯電防止特性を有する高抵抗膜1501の材料としては、例えば金属酸化物を用いることが出来る。金属酸化物の中でも、クロム、ニッケル、銅の酸化物が好ましい材料である。その理由はこれらの酸化物は二次電子放出効率が比較的小さく、電子放出素子1012から放出された電子がスペーサ1020に当たった場合においても帯電しにくためと考えられる。金属酸化物以外にも炭素は二次電子放出効率が小さく好ましい材料である。特に、非晶質カーボンは高抵抗であるため、スペーサ抵抗を所望の値に制御しやすい。

【0083】

帯電防止特性を有する高抵抗膜1501の他の材料として、アルミと遷移金属合金の窒化物は遷移金属の組成を調整することにより、良伝導体から絶縁体まで広い範囲に抵抗値を制御できるので好適な材料である。さらには後述する表示装置の作製工程において抵抗値の変化が少なく安定な材料である。かつ、その抵抗温度係数が-1%未満であり、実用的に使いやすい材料である。遷移金属元素としてはTi, Cr, Ta等が挙げられる。

【0084】

合金窒化膜はスパッタ、窒素ガス雰囲気中での反応性スパッタ、電子ビーム蒸着、イオンプレーティング、イオンアシスト蒸着法等の薄膜形成手段により絶縁性部材上に形成される。金属酸化膜も同様の薄膜形成法で作製することができる。

が、この場合窒素ガスに代えて酸素ガスを使用する。その他、CVD法、アルコキシド塗布法でも金属酸化膜を形成できる。カーボン膜は蒸着法、スパッタ法、CVD法、プラズマCVD法で作製され、特に非晶質カーボンを作製する場合には、成膜中の雰囲気中に水素が含まれるようにするか、成膜ガスに炭化水素ガスを使用する。

【0085】

スペーサ1020を構成する低抵抗膜403は、高抵抗膜1501を高電位側のフェースプレート1017（メタルバック1019等）及び低電位側の基板1011（配線1013、1014等）と電氣的に接続する為に設けられたものであり、以下では、中間電極層（中間層）という名称も用いる。中間電極層（中間層）は以下に列挙する複数の機能を有することが出来る。

【0086】

①高抵抗膜1501をフェースプレート1017及び基板1011と電氣的に接続する。

【0087】

既に記載したように、高抵抗膜1501はスペーサ1020の表面での帯電を防止する目的で設けられたものであるが、高抵抗膜1501をフェースプレート1017（メタルバック1019等）及び基板1011（配線1013、1014等）と直接或いは当接材1502を介して接続した場合、接続部界面に大きな接触抵抗が発生し、スペーサ表面に発生した電荷を速やかに除去できなくなる可能性がある。これを避ける為に、フェースプレート1017、基板1011及び当接材1502と接触するスペーサ1020の当接面401或いは側面部402に低抵抗の中間層を設けた。

【0088】

②高抵抗膜1501の電位分布を均一化する。

【0089】

電子放出素子1012より放出された電子は、フェースプレート1017と基板1011の間に形成された電位分布に従って電子軌道を成す。スペーサ1020の近傍で電子軌道に乱れが生じないようにする為には、高抵抗膜1501の電

位分布を全域にわたって制御する必要がある。高抵抗膜1501をフェースプレート1017（メタルバック1019等）及び基板1011（配線1013、1014等）と直接或いは当接材1502を介して接続した場合、接続部界面の接触抵抗の為に、接続状態のむらが発生し、高抵抗膜1501の電位分布が所望の値からずれてしまう可能性がある。これを避ける為に、スペーサ1020がフェースプレート1017及び基板1011と当接するスペーサ端部（当接面401或いは側面部402）の全長域に低抵抗の中間層403を設け、この中間層部に所望の電位を印加することによって、高抵抗膜1501全体の電位を制御可能とした。

【0090】

③放出電子の軌道を制御する。

【0091】

電子放出素子1012より放出された電子は、フェースプレート1017と基板1011の間に形成された電位分布に従って電子軌道を成す。スペーサ近傍の電子放出素子から放出された電子に関しては、スペーサを設置することに伴う制約（配線、素子位置の変更等）が生じる場合がある。このような場合、歪みやむらの無い画像を形成する為には、放出された電子の軌道を制御してフェースプレート1017上の所望の位置に電子を照射する必要がある。フェースプレート1017及び基板1011と当接する面の側面部402に低抵抗の中間層を設けることにより、スペーサ1020近傍の電位分布に所望の特性を持たせ、放出された電子の軌道を制御することが出来る。

【0092】

低抵抗膜403は、高抵抗膜1501に比べ1桁以上低い抵抗値を有する材料を含有するものから選択すればよく、Ni, Cr, Au, Mo, W, Pt, Ti, Al, Cu, Pd等の金属、あるいは合金、及びPd, Ag, Au, RuO₂, Pd-Ag等の金属や金属酸化物とガラス等から構成される印刷導体、あるいはIn₂O₃-SnO₂等の透明導体及びポリシリコン等の半導体材料等より適宜選択される。

【0093】

接合材 1502 はスペーサ 1020 が行方向配線 1013 およびメタルバック 1019 と電氣的に接続するように、導電性をもたせる必要がある。すなわち、導電性接着材や金属粒子や導電性フィラーを添加したフリットガラスが好適である。

【0094】

また、図 9 における $Dx1 \sim Dx m$ および $Dy1 \sim Dy n$ および Hv は、当該表示パネルと不図示の電気回路とを電氣的に接続するために設けた気密構造の電気接続用端子である。 $Dx1 \sim Dx m$ はマルチ電子ビーム源の行方向配線 1013 と、 $Dy1 \sim Dy n$ はマルチ電子ビーム源の列方向配線 1014 と、 Hv はフェースプレートのメタルバック 1019 と電氣的に接続している。

【0095】

また、気密容器内部を真空に排気するには、気密容器を組み立てた後、不図示の排気管と真空ポンプとを接続し、気密容器内を 10^{-5} Pa 程度の真空度まで排気する。その後、排気管を封止するが、気密容器内の真空度を維持するために、封止の直前あるいは封止後に気密容器内の所定の位置にゲッター膜（不図示）を形成する。ゲッター膜とは、たとえば Ba を主成分とするゲッター材料をヒーターもしくは高周波加熱により加熱し蒸着して形成した膜であり、該ゲッター膜の吸着作用により気密容器内は 10^{-3} Pa ないしは 10^{-5} Pa 程度の真空度に維持される。

【0096】

以上説明した表示パネルを用いた画像表示装置は、容器外端子 $Dx1$ ないし $Dx m$ 、 $Dy1$ ないし $Dy n$ を通じて各電子放出素子 1012 に電圧を印加すると、各電子放出素子 1012 から電子が放出される。それと同時にメタルバック 1019 に容器外端子 Hv を通じて数百 [V] ないし数 [kV] の高圧を印加して、上記放出された電子を加速し、フェースプレート 1017 の内面に衝突させる。これにより、蛍光膜 1018 をなす各色の蛍光体が励起されて発光し、画像が表示される。

【0097】

通常、冷陰極素子である表面伝導型放出素子 1012 への印加電圧は 12 ～ 1

6 [V] 程度、メタルバック 1019 と表面伝導型放出素子 1012 との距離 d は 0.1 [mm] から 8 [mm] 程度、メタルバック 1019 と表面伝導型放出素子 1012 間の電圧は 0.1 [kV] から 10 [kV] 程度である。

【0098】

以上、本発明の実施例の表示パネルの基本構成と製法、および画像表示装置の概要を説明した。

【0099】

次に、前記実施例の表示パネルに用いたマルチ電子ビーム源の製造方法について説明する。本発明の画像表示装置に用いるマルチ電子ビーム源としては、冷陰極素子を単純マトリクス配線した電子源が挙げられ、冷陰極素子の材料や形状あるいは製法に制限はない。したがって、たとえば表面伝導型放出素子や FE 型、あるいは MIM 型などの冷陰極素子を用いることができる。

【0100】

ただし、表示画面が大きくてしかも安価な表示装置が求められる状況のもとでは、これらの冷陰極素子の中でも、表面伝導型放出素子が特に好ましい。すなわち、FE 型ではエミッタコーンとゲート電極の相対位置や形状が電子放出特性を大きく左右するため、極めて高精度の製造技術が必要とするが、これは大面積化や製造コストの低減を達成するには不利な要因となる。また、MIM 型では、絶縁層と上電極の膜厚を薄くてしかも均一にする必要があるが、これも大面積化や製造コストの低減を達成するには不利な要因となる。その点、表面伝導型放出素子は、比較的製造方法が単純なため、大面積化や製造コストの低減が容易である。また、発明者らは、表面伝導型放出素子の中でも、電子放出部もしくはその周辺部を微粒子膜から形成したものがとりわけ電子放出特性に優れ、しかも製造が容易に行えることを見いだしている。したがって、高輝度で大画面の画像表示装置のマルチ電子ビーム源に用いるには、最も好適であると言える。そこで、上記実施例の表示パネルにおいては、電子放出部もしくはその周辺部を微粒子膜から形成した表面伝導型放出素子を用いた。

【0101】

そこで、まず好適な表面伝導型放出素子について基本的な構成と製法および特

性を説明し、その後で多数の素子を単純マトリクス配線したマルチ電子ビーム源の構造について述べる。

【0102】

(表面伝導型放出素子の好適な素子構成と製法)

表面伝導型放出素子の代表的な構成には、平面型と垂直型の2種類が挙げられる。

【0103】

(平面型の表面伝導型放出素子)

まず最初に、平面型の表面伝導型放出素子の素子構成と製法について説明する。図16に示すのは、平面型の表面伝導型放出素子の構成を説明するための平面図(a)および断面図(b)である。図中、1101は基板、1102と1103は素子電極、1104は導電性薄膜、1105は通電フォーミング処理により形成した電子放出部、1113は通電活性化処理により形成した薄膜である。

【0104】

基板1101としては、たとえば、石英ガラスや青板ガラスをはじめとする各種ガラス基板や、アルミナをはじめとする各種セラミクス基板、あるいは上述の各種基板上にたとえば SiO_2 を材料とする絶縁層を積層した基板、などを用いることができる。

【0105】

また、基板1101上に基板面と平行に対向して設けられた素子電極1102と1103は、導電性を有する材料によつて形成されている。たとえば、Ni, Cr, Au, Mo, W, Pt, Ti, Cu, Pd, Ag等をはじめとする金属、あるいはこれらの金属の合金、あるいは $\text{In}_2\text{O}_3 - \text{SnO}_2$ をはじめとする金属酸化物、ポリシリコンなどの半導体、などの中から適宜材料を選択して用いればよい。素子電極を形成するには、たとえば真空蒸着などの製膜技術とフォトリソグラフィ、エッチングなどのパターニング技術を組み合わせて用いれば容易に形成できるが、それ以外の方法(たとえば印刷技術)を用いて形成してもさしつかえない。

【0106】

素子電極 1102 と 1103 の形状は、当該電子放出素子の応用目的に合わせて適宜設計される。一般的には、素子電極間隔 L は通常は数百 \AA から数百 μm の範囲から適当な数値を選んで設計されるが、なかでも表示装置に応用するために好ましいのは数 μm より数十 μm の範囲である。また、素子電極の厚さ d については、通常は数百 \AA から数 μm の範囲から適当な数値が選ばれる。

【0107】

導電性薄膜 1104 の膜厚は、以下に述べるような諸条件を考慮して適宜設定される。

【0108】

すなわち、素子電極 1102 あるいは 1103 と電氣的に良好に接続するのに必要な条件、後述する通電フォーミングを良好に行うのに必要な条件、などである。具体的には、数 \AA から数千 \AA の範囲のなかで設定するが、なかでも好ましいのは 10 \AA から 500 \AA の間である。

【0109】

また、導電性薄膜 1104 を形成するのに用いられうる材料としては、たとえば、Pd, Pt, Ru, Ag, Au, Ti, In, Cu, Cr, Fe, Zn, Sn, Ta, W, Pb, などをはじめとする金属や、PdO, SnO₂, In₂O₃, PbO, Sb₂O₃, などをはじめとする酸化物や、HfB₂, ZrB₂, LaB₆, CeB₆, YB₄, GdB₄, などをはじめとする硼化物や、TiC, ZrC, HfC, TaC, SiC, WC, などをはじめとする炭化物や、TiN, ZrN, HfN, などをはじめとする窒化物や、Si, Ge, などをはじめとする半導体や、カーボン、などが挙げられ、これらの中から適宜選択される。

【0110】

導電性薄膜 1104 のシート抵抗値については、 10^3 から $10^7 \Omega/\square$ の範囲に含まれるよう設定した。

【0111】

なお、導電性薄膜 1104 と素子電極 1102 および 1103 とは、電氣的に良好に接続されるのが望ましいため、互いの一部が重なりあうような構造をとっている。その重なり方は、図 16 の例においては、下から、基板、素子電極、導

電性薄膜の順序で積層したが、場合によっては下から基板、導電性薄膜、素子電極の順序で積層してもさしつかえない。

【0112】

また、電子放出部 1105 は、導電性薄膜 1104 の一部に形成された亀裂状の部分であり、電気的には周囲の導電性薄膜よりも高抵抗な性質を有している。亀裂は、導電性薄膜 1104 に対して、後述する通電フォーミングの処理を行うことにより形成する。亀裂内には、数Åから数百Åの粒径の微粒子を配置する場合がある。なお、実際の電子放出部の位置や形状を精密かつ正確に図示するのは困難なため、図 16 においては模式的に示した。

【0113】

また、薄膜 1113 は、炭素もしくは炭素化合物よりなる薄膜で、電子放出部 1105 およびその近傍を被覆している。薄膜 1113 は、通電フォーミング処理後に、後述する通電活性化の処理を行うことにより形成する。

【0114】

薄膜 1113 は、単結晶グラファイト、多結晶グラファイト、非晶質カーボンのいずれかか、もしくはその混合物であり、膜厚は 500 Å 以下とするが、300 Å 以下とするのがさらに好ましい。なお、実際の薄膜 1113 の位置や形状を精密に図示するのは困難なため、図 16 においては模式的に示した。

【0115】

以上、好ましい素子の基本構成を述べたが、実施例においては以下のような素子を用いた。

【0116】

すなわち、基板 1101 には青板ガラスを用い、素子電極 1102 と 1103 には Ni 薄膜を用いた。素子電極の厚さ d は 1000 Å、素子電極間隔 L は 2 μ m とした。

【0117】

導電性薄膜の主要材料として Pd もしくは PdO を用い、その厚さは約 100 Å、幅 W は 100 μ m とした。

【0118】

次に、好適な平面型の表面伝導型放出素子の製造方法について説明する。

【0119】

図17の(a)～(d)は、表面伝導型放出素子の製造工程を説明するための断面図で、各部材の表記は前記図16と同一である。

【0120】

1) まず、図17(a)に示すように、基板1101上に素子電極1102および1103を形成する。

【0121】

形成するにあたっては、あらかじめ基板1101を洗剤、純水、有機溶剤を用いて十分に洗浄後、素子電極の材料を堆積させる。堆積する方法としては、たとえば、蒸着法やスパッタ法などの真空成膜技術を用いればよい。その後、堆積した電極材料を、フォトリソグラフィ・エッチング技術を用いてパターンニングし、(a)に示した一对の素子電極(1102と1103)を形成する。

【0122】

2) 次に、同図(b)に示すように、導電性薄膜1104を形成する。

【0123】

形成するにあたっては、まず前記(a)の基板に有機金属溶液を塗布して乾燥し、加熱焼成処理して導電性薄膜を成膜した後、フォトリソグラフィ・エッチングにより所定の形状にパターンニングする。ここで、有機金属溶液とは、導電性薄膜に用いる材料を主要元素とする有機金属化合物の溶液である。具体的には、本実施例では主要元素としてPdを用いた。また、実施例では塗布方法として、ディッピング法を用いたが、それ以外のたとえばスピナー法やスプレー法を用いてもよい。

【0124】

また、導電性薄膜の成膜方法としては、本実施例で用いた有機金属溶液の塗布による方法以外の、たとえば真空蒸着法やスパッタ法、あるいは化学的気相堆積法などを用いる場合もある。

【0125】

3) 次に、同図(c)に示すように、フォーミング用電源1110から素子電

極 1102 と 1103 の間に適宜の電圧を印加し、通電フォーミング処理を行って、電子放出部 1105 を形成する。

【0126】

通電フォーミング処理とは、導電性薄膜 1104 に通電を行って、その一部を適宜に破壊、変形、もしくは変質せしめ、電子放出を行うのに好適な構造に変化させる処理のことである。導電性薄膜のうち電子放出を行うのに好適な構造に変化した部分（すなわち電子放出部 1105）においては、薄膜に適当な亀裂が形成されている。なお、電子放出部 1105 が形成される前と比較すると形成された後は素子電極 1102 と 1103 の間で計測される電気抵抗は大幅に増加する。

【0127】

通電方法をより詳しく説明するために、図 18 に、フォーミング用電源 1110 から印加する適宜の電圧波形の一例を示す。導電性薄膜をフォーミングする場合には、パルス状の電圧が好ましく、本実施例の場合には同図に示したようにパルス幅 T_1 の三角波パルスをパルス間隔 T_2 で連続的に印加した。その際には、三角波パルスの波高値 V_{pf} を、順次昇圧した。また、電子放出部 1105 の形成状況をモニターするためのモニターパルス P_m を適宜の間隔で三角波パルスの間に挿入し、その際に流れる電流を電流計 1111 で計測した。

【0128】

実施例においては、たとえば 10^{-3} Pa 程度の真空雰囲気下において、たとえばパルス幅 T_1 を 1 [ミリ秒]、パルス間隔 T_2 を 10 [ミリ秒] とし、波高値 V_{pf} を 1 パルスごとに 0.1 [V] ずつ昇圧した。そして、三角波を 5 パルス印加するたびに 1 回の割りで、モニターパルス P_m を挿入した。フォーミング処理に悪影響を及ぼすことがないように、モニターパルスの電圧 V_{pm} は 0.1 [V] に設定した。そして、素子電極 1102 と 1103 の間の電気抵抗が $1 \times 10^6 \Omega$ になった段階、すなわちモニターパルス印加時に電流計 1111 で計測される電流が 1×10^{-7} A 以下になった段階で、フォーミング処理にかかわる通電を終了した。

【0129】

なお、上記の方法は、本実施例の表面伝導型放出素子に関する好ましい方法であり、たとえば導電性薄膜の材料や膜厚、あるいは素子電極間隔など表面伝導型放出素子の設計を変更した場合には、それに応じて通電の条件を適宜変更するのが望ましい。

【0130】

4) 次に、図17の(d)に示すように、活性化用電源1112から素子電極1102と1103の間に適宜の電圧を印加し、通電活性化処理を行って、電子放出特性の改善を行う。

【0131】

通電活性化処理とは、前記通電フォーミング処理により形成された電子放出部1105に適宜の条件で通電を行って、その近傍に炭素もしくは炭素化合物を堆積せしめる処理のことである。(図においては、炭素もしくは炭素化合物よりなる堆積物を部材1113として模式的に示した。)なお、通電活性化処理を行うことにより、行う前と比較して、同じ印加電圧における放出電流を典型的には100倍以上に増加させることができる。

【0132】

具体的には、例えば 10^{-2} ないし 10^{-3} Paの範囲内の真空雰囲気中で、電圧パルスを定期的に印加することにより、真空雰囲気中に存在する有機化合物を起源とする炭素もしくは炭素化合物を堆積させる。堆積物1113は、単結晶グラファイト、多結晶グラファイト、非晶質カーボン、のいずれかか、もしくはその混合物であり、膜厚は500Å以下、より好ましくは300Å以下である。

【0133】

通電方法をより詳しく説明するために、図19の(a)に、活性化用電源1112から印加する適宜の電圧波形の一例を示す。本実施例においては、一定電圧の矩形波を定期的に印加して通電活性化処理を行ったが、具体的には、矩形波の電圧 V_{ac} は14[V]，パルス幅 T_3 は1[ミリ秒]，パルス間隔 T_4 は10[ミリ秒]とした。なお、上述の通電条件は、本実施例の表面伝導型放出素子に関する好ましい条件であり、表面伝導型放出素子の設計を変更した場合には、それに応じて条件を適宜変更するのが望ましい。

【0134】

図17の(d)に示す1114は該表面伝導型放出素子から放出される放出電流 I_e を捕捉するためのアノード電極で、直流高電圧電源1115および電流計1116が接続されている。(なお、基板1101を、表示パネルの中に組み込んでから活性化処理を行う場合には、表示パネルの蛍光面をアノード電極1114として用いる。)

【0135】

活性化用電源1112から電圧を印加する間、電流計1116で放出電流 I_e を計測して通電活性化処理の進行状況をモニターし、活性化用電源1112の動作を制御する。電流計1116で計測された放出電流 I_e の一例を図19(b)に示すが、活性化電源1112からパルス電圧を印加しはじめると、時間の経過とともに放出電流 I_e は増加するが、やがて飽和してほとんど増加しなくなる。このように、放出電流 I_e がほぼ飽和した時点で活性化用電源1112からの電圧印加を停止し、通電活性化処理を終了する。

【0136】

なお、上述の通電条件は、本実施例の表面伝導型放出素子に関する好ましい条件であり、表面伝導型放出素子の設計を変更した場合には、それに応じて条件を適宜変更するのが望ましい。

【0137】

以上のようにして、図17(e)に示す平面型の表面伝導型放出素子を製造した。

【0138】

(垂直型の表面伝導型放出素子)

次に、表面伝導型放出素子のもうひとつの代表的な構成、すなわち垂直型の表面伝導型放出素子の構成について説明する。

【0139】

図20は、垂直型の基本構成を説明するための模式的な断面図であり、図中の1201は基板、1202と1203は素子電極、1206は段差形成部材、1204は導電性薄膜、1205は通電フォーミング処理により形成した電子放出

部、1213は通電活性化処理により形成した薄膜である。

【0140】

垂直型が先に説明した平面型と異なる点は、素子電極のうちの片方(1202)が段差形成部材1206上に設けられており、導電性薄膜1204が段差形成部材1206の側面を被覆している点にある。したがって、前記図16の平面型における素子電極間隔Lは、垂直型においては段差形成部材1206の段差高L_sとして設定される。なお、基板1201、素子電極1202および1203、導電性薄膜1204、については、前記平面型の説明中に列挙した材料を同様に用いることが可能である。また、段差形成部材1206には、たとえばSiO₂のような電氣的に絶縁性の材料を用いる。

【0141】

次に、垂直型の表面伝導型放出素子の製法について説明する。図21の(a)～(f)は、製造工程を説明するための断面図で、各部材の表記は前記図20と同一である。

【0142】

1) まず、図21(a)に示すように、基板1201上に素子電極1203を形成する。

【0143】

2) 次に、同図(b)に示すように、段差形成部材を形成するための絶縁層を積層する。絶縁層は、たとえばSiO₂をスパッタ法で積層すればよいが、たとえば真空蒸着法や印刷法などの他の成膜方法を用いてもよい。

【0144】

3) 次に、同図(c)に示すように、絶縁層の上に素子電極1202を形成する。

【0145】

4) 次に、同図(d)に示すように、絶縁層の一部を、たとえばエッチング法を用いて除去し、素子電極1203を露出させる。

【0146】

5) 次に、同図(e)に示すように、導電性薄膜1204を形成する。形成す

るには、前記平面型の場合と同じく、たとえば塗布法などの成膜技術を用いればよい。

【0147】

6) 次に、前記平面型の場合と同じく、通電フォーミング処理を行い、電子放出部を形成する。(図17(c)を用いて説明した平面型の通電フォーミング処理と同様の処理を行えばよい。)

【0148】

7) 次に、前記平面型の場合と同じく、通電活性化処理を行い、電子放出部近傍に炭素もしくは炭素化合物を堆積させる。(図17(d)を用いて説明した平面型の通電活性化処理と同様の処理を行えばよい。)

【0149】

以上のようにして、図21(f)に示す垂直型の表面伝導型放出素子を製造した。

【0150】

(表示装置に用いた表面伝導型放出素子の特性)

以上、平面型と垂直型の表面伝導型放出素子について素子構成と製法を説明したが、次に表示装置に用いた素子の特性について述べる。

【0151】

図22に、表示装置に用いた素子の、(放出電流 I_e) 対 (素子印加電圧 V_f) 特性、および (素子電流 I_f) 対 (素子印加電圧 V_f) 特性の典型的な例を示す。なお、放出電流 I_e は素子電流 I_f に比べて著しく小さく、同一尺度で図示するのが困難であるうえ、これらの特性は素子の大きさや形状等の設計パラメータを変更することにより変化するものであるため、2本のグラフは各々任意単位で図示した。

【0152】

表示装置に用いた素子は、放出電流 I_e に関して以下に述べる3つの特性を有している。

【0153】

第一に、ある電圧 (これを閾値電圧 V_{th} と呼ぶ) 以上の大きさの電圧を素子

に印加すると急激に放出電流 I_e が増加するが、一方、閾値電圧 V_{th} 未満の電圧では放出電流 I_e はほとんど検出されない。すなわち、放出電流 I_e に関して、明確な閾値電圧 V_{th} を持った非線形素子である。

【0154】

第二に、放出電流 I_e は素子に印加する電圧 V_f に依存して変化するため、電圧 V_f で放出電流 I_e の大きさを制御できる。

【0155】

第三に、素子に印加する電圧 V_f に対して素子から放出される電流 I_e の応答速度が速いため、電圧 V_f を印加する時間の長さによって素子から放出される電子の電荷量を制御できる。

【0156】

以上のような特性を有するため、表面伝導型放出素子を表示装置に好適に用いることができた。たとえば多数の素子を表示画面の画素に対応して設けた表示装置において、第一の特性を利用すれば、表示画面を順次走査して表示を行うことが可能である。すなわち、駆動中の素子には所望の発光輝度に応じて閾値電圧 V_{th} 以上の電圧を適宜印加し、非選択状態の素子には閾値電圧 V_{th} 未満の電圧を印加する。駆動する素子を順次切り替えてゆくことにより、表示画面を順次走査して表示を行うことが可能である。

【0157】

また、第二の特性かまたは第三の特性を利用することにより、発光輝度を制御することができるため、階調表示を行うことが可能である。

【0158】

(多数素子を単純マトリクス配線したマルチ電子ビーム源の構造)

次に、上述の表面伝導型放出素子を基板上に配列して単純マトリクス配線したマルチ電子ビーム源の構造について述べる。

【0159】

図10に示すのは、前記図9の表示パネルに用いたマルチ電子ビーム源の平面図である。基板上には、前記図16で示したものと同様な表面伝導型放出素子が配列され、これらの素子は行方向配線電極1003と列方向配線電極1004に

より単純マトリクス状に配線されている。行方向配線電極 1003 と列方向配線電極 1004 の交差する部分には、電極間に絶縁層（不図示）が形成されており、電氣的な絶縁が保たれている。図 10 の B-B' に沿った断面を、図 11 に示す。

【0160】

なお、このような構造のマルチ電子源は、あらかじめ基板上に行方向配線電極 1013、列方向配線電極 1014、電極間絶縁層（不図示）、および表面伝導型放出素子の素子電極と導電性薄膜を形成した後、行方向配線電極 1013 および列方向配線電極 1014 を介して各素子に給電して通電フォーミング処理と通電活性化処理を行うことにより製造した。

【0161】

（駆動回路構成および駆動方法）

図 23 は、NTSC 方式のテレビ信号に基づいてテレビジョン表示を行う為の駆動回路の概略構成をブロック図で示したものである。同図中、表示パネル 1701 は前述した表示パネルに相当するもので、前述した様に製造され、動作する。また、走査回路 1702 は表示ラインを走査し、制御回路 1703 は走査回路へ入力する信号等を生成する。シフトレジスタ 1704 は 1 ライン毎のデータをシフトし、ラインメモリ 1705 は、シフトレジスタ 1704 からの 1 ライン分のデータを変調信号発生器 1707 に入力する。同期信号分離回路 1706 は NTSC 信号から同期信号を分離する。

【0162】

以下、図 23 の装置各部の機能を詳しく説明する。

【0163】

まず表示パネル 1701 は、端子 D_{x1} ないし D_{xm} および端子 D_{y1} ないし D_{yn} 、および高圧端子 H_v を介して外部の電気回路と接続されている。このうち、端子 D_{x1} ないし D_{xm} には、表示パネル 1701 内に設けられているマルチ電子ビーム源、すなわち m 行 n 列の行列状にマトリクス配線された冷陰極素子を 1 行（ n 素子）ずつ順次駆動してゆく為の走査信号が印加される。一方、端子 D_{y1} ないし D_{yn} には、前記走査信号により選択された 1 行分の n 個の各素子

の出力電子ビームを制御する為の変調信号が印加される。また、高圧端子 H_v には、直流電圧源 V_a より、たとえば 5 [kV] の直流電圧が供給されるが、これはマルチ電子ビーム源より出力される電子ビームに蛍光体を励起するのに十分なエネルギーを付与する為の加速電圧である。

【0164】

次に、走査回路 1702 について説明する。同回路は、内部に m 個のスイッチング素子（図中、 S_1 ないし S_m で模式的に示されている）を備えるもので、各スイッチング素子は、直流電圧源 V_x の出力電圧もしくは 0 [V]（グランドレベル）のいずれか一方を選択し、表示パネル 1701 の端子 D_{x1} ないし D_{xm} と電氣的に接続するものである。 S_1 ないし S_m の各スイッチング素子は、制御回路 1703 が出力する制御信号 T_{SCAN} に基づいて動作するものだが、実際にはたとえば FET のようなスイッチング素子を組合わせる事により容易に構成することが可能である。なお、前記直流電圧源 V_x は、図 22 に例示した電子放出素子の特性に基づき走査されていない素子に印加される駆動電圧が閾値電圧 V_{th} 電圧以下となるよう、一定電圧を出力するよう設定されている。

【0165】

また、制御回路 1703 は、外部より入力する画像信号に基づいて適切な表示が行なわれるように各部の動作を整合させる働きをもつものである。次に説明する同期信号分離回路 1706 より送られる同期信号 T_{SYNC} に基づいて、各部に対して T_{SCAN} および T_{SFT} および T_{MRY} の各制御信号を発生する。同期信号分離回路 1706 は、外部から入力される NTSC 方式のテレビ信号から、同期信号成分と輝度信号成分とを分離する為の回路で、良く知られているように周波数分離（フィルタ）回路を用いれば容易に構成できるものである。同期信号分離回路 1706 により分離された同期信号は、良く知られるように垂直同期信号と水平同期信号より成るが、ここでは説明の便宜上、 T_{SYNC} 信号として図示した。一方、前記テレビ信号から分離された画像の輝度信号成分を便宜上 DATA 信号と表すが、同信号はシフトレジスタ 1704 に入力される。

【0166】

シフトレジスタ 1704 は、時系列的にシリアルに入力される前記 DATA 信

号を、画像の1ライン毎にシリアル／パラレル変換するためのもので、前記制御回路1703より送られる制御信号 T_{SFT} に基づいて動作する。すなわち、制御信号 T_{SFT} は、シフトレジスタ1704のシフトクロックであると言い換えることもできる。シリアル／パラレル変換された画像1ライン分（電子放出素子 n 素子分の駆動データに相当する）のデータは、 I_{D1} ないし I_{DN} の n 個の信号として前記シフトレジスタ1704より出力される。

【0167】

ラインメモリ1705は、画像1ライン分のデータを必要時間の間だけ記憶する為の記憶装置であり、制御回路1703より送られる制御信号 T_{MRY} にしたがって適宜 I_{D1} ないし I_{DN} の内容を記憶する。記憶された内容は、 I'_{D1} ないし I'_{DN} として出力され、変調信号発生器1707に入力される。

【0168】

変調信号発生器1707は、前記画像データ I'_{D1} ないし I'_{DN} の各々に応じて、電子放出素子1015の各々を適切に駆動変調する為の信号源で、その出力信号は、端子 $Dy1$ ないし Dyn を通じて表示パネル1701内の電子放出素子1015に印加される。

【0169】

図22を用いて説明したように、本発明に関わる表面伝導型放出素子は放出電流 I_e に対して以下の基本特性を有している。すなわち、電子放出には明確な閾値電圧 V_{th} （後述する実施例の表面伝導型放出素子では8[V]）があり、閾値電圧 V_{th} 以上の電圧を印加された時のみ電子放出が生じる。また、閾値電圧 V_{th} 以上の電圧に対しては、図22のグラフのように電圧の変化に応じて放出電流 I_e も変化する。このことから、本素子にパルス状の電圧を印加する場合、たとえば閾値電圧 V_{th} 以下の電圧を印加しても電子放出は生じないが、閾値電圧 V_{th} 以上の電圧を印加する場合には表面伝導型放出素子から電子ビームが出力される。その際、パルスの波高値 V_m を変化させることにより出力電子ビームの強度を制御することが可能である。また、パルスの幅 Pw を変化させることにより出力される電子ビームの電荷の総量を制御することが可能である。

【0170】

従って、入力信号に応じて、電子放出素子を変調する方式としては、電圧変調方式、パルス幅変調方式等が採用できる。電圧変調方式を実施するに際しては、変調信号発生器 1707 として、一定長さの電圧パルスが発生し、入力されるデータに応じて適宜パルスの波高値を変調するような電圧変調方式の回路を用いることができる。また、パルス幅変調方式を実施するに際しては、変調信号発生器 1707 として、一定の波高値の電圧パルスが発生し、入力されるデータに応じて適宜電圧パルスの幅を変調するようなパルス幅変調方式の回路を用いることができる。

【0171】

シフトレジスタ 1704 やラインメモリ 1705 は、デジタル信号式のものでもアナログ信号式のものでも採用できる。すなわち、画像信号のシリアル／パラレル変換や記憶が所定の速度で行われればよいからである。

【0172】

デジタル信号式を用いる場合には、同期信号分離回路 1706 の出力信号 DATA をデジタル信号化する必要があるが、これには同期信号分離回路 1706 の出力部に A/D 変換器を設ければよい。これに関連してラインメモリ 115 の出力信号がデジタル信号かアナログ信号かにより、変調信号発生器に用いられる回路が若干異なったものとなる。すなわち、デジタル信号を用いた電圧変調方式の場合、変調信号発生器 1707 には、例えば D/A 変換回路を用い、必要に応じて増幅回路などを付加する。パルス幅変調方式の場合、変調信号発生器 1707 には、例えば高速の発振器および発振器の出力する波数を計数する計数器（カウンタ）および計数器の出力値と前記メモリの出力値を比較する比較器（コンパレータ）を組み合せた回路を用いる。必要に応じて、比較器の出力するパルス幅変調された変調信号を電子放出素子の駆動電圧にまで電圧増幅するための増幅器を付加することもできる。

【0173】

アナログ信号を用いた電圧変調方式の場合、変調信号発生器 1707 には、例えばオペアンプなどを用いた増幅回路を採用でき、必要に応じてシフトレベル回路などを付加することもできる。パルス幅変調方式の場合には、例えば、電圧制

御型発振回路（VCO）を採用でき、必要に応じて電子放出素子の駆動電圧まで電圧増幅するための増幅器を付加することもできる。

【0174】

このような構成をとりうる本発明の適用可能な画像表示装置においては、各電子放出素子に、容器外端子 $D \times 1$ 乃至 $D \times m$ 、 $D y 1$ 乃至 $D y n$ を介して電圧を印加することにより、電子放出が生じる。高圧端子 $H v$ を介してメタルバック 1019 あるいは透明電極（不図示）に高圧を印加し、電子ビームを加速する。加速された電子は、蛍光膜 1018 に衝突し、発光が生じて画像が形成される。

【0175】

ここで述べた画像表示装置の構成は、本発明を適用可能な画像形成装置の一例であり、本発明の思想に基づいて種々の変形が可能である。入力信号については NTSC 方式を挙げたが、入力信号はこれに限るものではなく、PAL、SECAM 方式などの他、これらより多数の走査線からなる TV 信号（MUSE 方式をはじめとする高品位 TV）方式をも採用できる。

【0176】

（はしご型電子源の場合）

次に、前述のはしご型配置電子源基板およびそれを用いた画像表示装置について図 24 および図 25 を用いて説明する。

【0177】

図 24 において、1110 は電子源基板、1111 は電子放出素子、1112 の $D \times 1 \sim D \times 10$ は前記電子放出素子に接続する共通配線である。電子放出素子 1111 は、基板 1110 上に、X 方向に並列に複数個配置される（これを素子行と呼ぶ）。この素子行を複数個基板上に配置し、はしご型電子源基板となる。各素子行の共通配線間に適宜駆動電圧を印加することで、各素子行を独立に駆動することが可能になる。すなわち、電子ビームを放出させる素子行には閾値電圧以上の電圧を、電子放出させない素子行には閾値電圧以下の電圧を印加すればよい。また、各素子行間の共通配線 $D \times 2 \sim D \times 9$ を、例えば $D \times 2$ 、 $D \times 3$ を同一配線とするようにしてもよい。

【0178】

図 25 は、はしご型配置の電子源を備えた画像形成装置の構造を示す図である。1120 はグリッド電極、1121 は電子が通過するための空孔、1122 は $Dox1$ 、 $Dox2 \cdots Doxm$ よりなる容器外端子、1123 はグリッド電極 1120 と接続された $G1$ 、 $G2 \cdots Gn$ からなる容器外端子、1110 は前述のように各素子行間の共通配線を同一配線とした電子源基板である。なお、図 24 及び図 25 における同一の符号は同一の部材を示す。前述の単純マトリクス配置の画像形成装置 (図 9) との違いは、電子源基板 1110 とフェースプレート 1017 の間にグリッド電極 1120 を備えていることである。

【0179】

前述のパネル構造は、電子源配置が、マトリクス配線やはしご型配置のいずれの場合でも、大気圧構造上必要に応じて、フェースプレートとリアプレートの上にスペーサ部材 (不図示) を設ける事ができる。

【0180】

電子源基板 1110 とフェースプレート 1017 の中間には、グリッド電極 1120 が設けられている。グリッド電極 1120 は、表面伝導型電子放出素子から放出された電子ビームを変調することができるもので、はしご型配置の素子行と直交して設けられたストライプ状の電極に電子ビームを通過させるため、各素子に対応して 1 個ずつ円形の開口 1121 が設けられている。グリッドの形状や設置位置は必ずしも図 25 のようなものでなくともよく、開口としてメッシュ状に多数の通過口を設けることもあり、また例えば表面伝導型電子放出素子の周囲や近傍に設けてもよい。

【0181】

容器外端子 1122 およびグリッド容器外端子 1123 は、不図示の制御回路と電気的に接続されている。

【0182】

本画像形成装置では、素子行を 1 列ずつ順次駆動 (走査) していくのと同期してグリッド電極列に画像 1 ライン分の変調信号を同時に印加することにより、各電子ビームの蛍光体への照射を制御し、画像を 1 ラインずつ表示することができる。

【0183】

また、本発明によればテレビジョン放送の表示装置のみならずテレビ会議システム、コンピュータ等の表示装置に適した画像形成装置を提供することができる。さらには感光性ドラム等で構成された光プリンターとしての画像形成装置として用いることもできる。

【0184】

【実施例】

以下に、実施例を挙げて本発明をさらに詳述する。

【0185】

以下に述べる各実施例においては、マルチ電子ビーム源として、前述した、電極間の導電性微粒子膜に電子放出部を有するタイプの $n \times m$ 個 ($n = 3072$ 、 $m = 1024$) の表面伝導型放出素子を、 m 本の行方向配線と n 本の列方向配線とによりマトリクス配線 (図9および図10参照) したマルチ電子ビーム源を用いた。

【0186】

(実施例1：熱エネルギー吐出方式)

本実施例で用いるスペーサを以下のように作成した。

【0187】

リアプレートと同質のソーダライムガラスからなる母材に加熱延伸法により、断面形状として図1(a)(b)および図3のa-4に示すような、巾3mm、厚み0.2mmで4隅に曲率半径0.02mmのRを有する柱状ガラスを作成した。これを長さ40mmに切り出してスペーサ基板g1を得た。

【0188】

以下図2に吐出法による低抵抗膜の作成手順を示す。図中、101はスペーサ基板を示し、側面および端面側から見た状態を表す。吐出工程に先立って、まず、アセトン、IPA、純水で化学洗浄した後、80℃で30分間乾燥処理を施した後、UVオゾン洗浄を施し基板表面の有機物残基を取り除く処理を施した。

【0189】

このスペーサ基板g1の側面(40mm×3mmの面)と底面(40mm×0

、2mmの面)が交差する基板エッジ部位に底面および側面に互いに45度をなす角度で、その基板g1上に有機パラジウム含有溶液(奥野製薬(株)製CCP-4230)を液滴付与装置としてバブルジェット方式を用いたインクジェット噴射装置201を用い、低抵抗膜102の幅が $400\mu\text{m}$ 、低抵抗膜102の厚さが 1000\AA となるように、液滴を付与した(図2(a)(b)(c))。

【0190】

この時、1液滴量(1ドット)を $60\mu\text{m}^3$ とし、低抵抗膜の部分形成する際は、10回の液滴付与を行い、低抵抗膜102を一辺に形成した(図2(d))。

【0191】

これらの溶液吐出の一連の操作を他の平行な3辺に対して行った後、 120°C 10分間乾燥した後 300°C 10分間加熱処理し酸化パラジウム(PdO)微粒子からなる低抵抗膜102を上下底面の2個所に図1(c)のように形成し、低抵抗膜付きスペーサ200を得た(図2(e))。これをスペーサAとする。このときの接合部近傍の断面形状は図1(d)のようであり、低抵抗膜102の高さは $200\mu\text{m}$ であった。また、このとき、低抵抗膜102の膜厚は 1000\AA であり表面抵抗は、 $10^3\Omega/\square$ であった。この後基板表面に、帯電防止膜(高抵抗膜103)として、CrおよびAlのターゲットを高周波電源で同時スパッタすることにより、Cr-Al合金窒化膜を膜厚 200nm 形成した。スパッタガスは $\text{Ar}:\text{N}_2$ が1:2の混合ガスで全圧力は約 $1.3\times 10^{-1}\text{Pa}$ である。上記条件で同時成膜した膜の面抵抗は $2\times 10^9\Omega/\square$ であった。このときの接合部近傍の断面形状は図1(e)のようであった。

【0192】

得られた、スペーサAの低抵抗膜部分は、光沢反射が認められた上、底面と側面の境界領域すなわちエッジ部には部分的な剥がれなども無く膜の被覆性は、良好であった。

【0193】

本実施例では、前述した図9に示すスペーサ1020を配置した表示パネルを、上記スペーサAを用いて作製した。以下、図9および図15を用いて詳述する

【0194】

まず、あらかじめ基板上に行方向配線電極1013、列方向配線電極1014、電極間絶縁層（不図示）、および表面伝導型放出素子の素子電極と導電性薄膜を形成した基板1011を、リアプレート1015に固定した。次に、前記スペーサAをスペーサ1020として基板1011の行方向配線1013上に等間隔で、行方向配線1013と平行に固定した。

【0195】

その後、基板1011の5mm上方に、内面に蛍光膜1018とメタルバック1019が付設されたフェースプレート1017を側壁1016を介して配置し、リアプレート1015、フェースプレート1017、側壁1016およびスペーサ1020の各接合部を固定した。

【0196】

基板1011とリアプレート1015の接合部、リアプレート1015と側壁1016の接合部、およびフェースプレート1017と側壁1016の接合部は、フリットガラス（不図示）を塗布し、大気中で400℃乃至500℃で10分以上焼成することで封着した。また、スペーサ1020は、基板1011側では行方向配線1013（線幅300 μ m）上に、フェースプレート1017側ではメタルバック1019面上に、導電性のフィラーあるいは金属等の導電材を混合した導電性フリットガラス（不図示）を介して配置し、上記気密容器の封着と同時に、大気中で400℃乃至500℃で10分以上焼成することで、接着しかつ電気的な接続も行った。

【0197】

なお、本実施例においては、蛍光膜1018は、図14に示すように、各色蛍光体1401が列方向（Y方向）に延びるストライプ形状を採用し、黒色の導電体1010は各色蛍光体（R、G、B）1401間だけでなくY方向の各画素間をも分離するように配置された蛍光膜が用いられ、スペーサ1020は、行方向（X方向）に平行な黒色の導電体1010の領域（線幅300 μ m）内にメタルバック1019を介して配置された。

【0198】

なお、前述の封着を行う際には、各色蛍光体1401と基板1011上に配置された各電子放出素子1012とを対応させなくてはならないため、リアプレート1015、フェースプレート1017およびスペーサ1020は十分な位置合わせを行った。

【0199】

以上のようにして完成した気密容器内を排気管（不図示）を通じ真空ポンプにて排気し、十分な真空度に達した後、容器外端子 $Dx1 \sim Dx_m$ と $Dy1 \sim Dy_n$ を通じ、行方向配線電極1013および列方向配線電極1014を介して各素子に給電して前述の通電フォーミング処理と通電活性化処理を行うことによりマルチ電子ビーム源を製造した。次に、 10^{-4} Pa程度の真空度で、不図示の排気管をガスバーナーで熱することで溶着し外囲器（気密容器）の封止を行った。最後に、封止後の真空度を維持するために、ゲッター処理を行った。

【0200】

以上のように完成した、図9および図15に示されるような表示パネルを用いた画像表示装置において、各冷陰極素子（表面伝導型放出素子）1012には、容器外端子 $Dx1 \sim Dx_m$ 、 $Dy1 \sim Dy_n$ を通じ、走査信号及び変調信号を不図示の信号発生手段よりそれぞれ印加することにより電子を放出させ、メタルバック1019には、高圧端子 Hv を通じて高圧を印加することにより放出電子ビームを加速し、蛍光膜1018に電子を衝突させ、各色蛍光体1401（図14のR、G、B）を励起・発光させることで画像を表示した。なお、高圧端子 Hv への印加電圧 V_a は3[kV]～12[kV]の範囲で徐々に放電が発生する限界電圧まで印加し、各配線1013、1014間への印加電圧 V_f は14[V]とした。高圧端子 Hv に8kV以上の電圧を印加して連続駆動が一時間以上可能な場合に、耐電圧は良好と判断した。

【0201】

このとき、スペーサA近傍では、耐電圧は良好であった。さらに、スペーサAに近い位置にある冷陰極素子1012からの放出電子による発光スポットも含め、2次元状に等間隔の発光スポット列が形成され、鮮明で色再現性のよいカラー

画像表示ができた。このことは、スパーサAを設置しても電子軌道に影響を及ぼすような電界の乱れは発生しなかったことを示している。

【0202】

なお本実施例では、スパーサAの低抵抗膜形成に、液滴を付与する吐出法を用いたことにより、スパーサ基板の接合部位付近のみに別途のパターン形成を行わずに、パターン形成する領域のみに低抵抗膜を形成する事ができる為、原料となる溶液の無駄を省く事ができ、コスト的に有利である。

【0203】

（実施例2：圧電素子吐出方式）

実施例1で使用したスパーサ基板g1を使用し、液滴付与装置として圧電方式用いたインクジェット噴射装置601（図6（a）参照）を用いた以外は、実施例1の作成方法と同様にして高さ200 μ mの低抵抗膜102を作成し、さらに実施例1と同様にしてスパッタによる高抵抗膜を作成した。これをスパーサBとする。このとき得られた、スパーサBの低抵抗膜部分は、光沢反射が認められた上、底面と側面の境界領域すなわちエッジ部には部分的な膜剥がれなども無く、膜の被覆性は良好であった。

【0204】

さらに、実施例1と同様にして、電子放出素子を組み込んだリアプレート等とともに電子線放出装置（図9）を作成し、実施例1と同条件で、高圧印加および素子駆動を行った。

【0205】

このとき、スパーサB付近の耐電圧は良好であり、さらに、スパーサBに近い位置にある冷陰極素子1012からの放出電子による発光スポットも含め、2次元状に等間隔の発光スポット列が形成され、鮮明で色再現性のよいカラー画像表示ができた。このことは、スパーサBを設置しても電子軌道に影響を及ぼすような電界の乱れは発生しなかったことを示している。

【0206】

（実施例3：エアブラシ方式）

実施例1で使用したスパーサ基板g1を使用し、液滴付与装置としてエアブ

ラシ方式を用いたインクジェット噴射装置（不図示）を用いた以外は、実施例 1 の作成方法と同様にして高さ $200\ \mu\text{m}$ の低抵抗膜を作成した。なお、エアブラシ方式インクジェット噴射装置は、吐出ノズル前面にシャッターとスリットを設け噴霧領域を制限した。さらに実施例 1 と同様にしてスパッタによる高抵抗膜を作成した。これをスペーサ C とする。このとき、得られたスペーサ C の低抵抗膜部分は、光沢反射が認められた上、底面と側面の境界領域すなわちエッジ部には部分的な膜剥がれなども無く、膜の被覆性は良好であった。

【0207】

さらに、実施例 1 と同様にして、電子放出素子を組み込んだリアプレート等とともに電子線放出装置（図 9）を作成し、実施例 1 と同条件で、高圧印加および素子駆動を行った。

【0208】

このとき、スペーサ C 付近の耐電圧は良好であり、さらに、スペーサ C に近い位置にある冷陰極素子 1012 からの放出電子による発光スポットも含め、2次元状に等間隔の発光スポット列が形成され、鮮明で色再現性のよいカラー画像表示ができた。このことは、スペーサ C を設置しても電子軌道に影響を及ぼすような電界の乱れは発生しなかったことを示している。

【0209】

（実施例 4：マルチノズル圧電方式）

実施例 1 で使用したスペーサ基板 g1 を使用し、液滴付与装置として圧電方式を用いたインクノズルを 10 個、直列に具備したインクジェット噴射装置 602（図 6（b）参照）を用い、各辺に対する塗工回数を 1 回にした以外は、実施例 1 の作成方法と同様にして高さ $200\ \mu\text{m}$ の低抵抗膜を作成し、さらに実施例 1 と同様にしてスパッタによる高抵抗膜を作成した。これをスペーサ D とする。このとき、得られたスペーサ D の低抵抗膜部分は、光沢反射が認められた上、底面と側面の境界領域すなわちエッジ部には部分的な膜剥がれなども無く、膜の被覆性は良好であった。

【0210】

さらに、実施例 1 と同様にして、電子放出素子を組み込んだリアプレート等と

ともに電子線放出装置（図9）を作成し、実施例1と同条件で、高圧印加および素子駆動を行った。

【0211】

このとき、スペーサD付近の耐電圧は良好であり、さらに、スペーサDに近い位置にある冷陰極素子1012からの放出電子による発光スポットも含め、2次元状に等間隔の発光スポット列が形成され、鮮明で色再現性のよいカラー画像表示ができた。このことは、スペーサDを設置しても電子軌道に影響を及ぼすような電界の乱れは発生しなかったことを示している。

【0212】

（実施例5：マルチノズル圧電方式複数方向同時吐出）

実施例1で使用したスペーサ基板g1を使用し、液滴付与装置として圧電方式を用いたインクノズルを直列に10個具備したインクジェット噴射装置を同時に4台用いた吐出装置603（図6（c）参照）を用いて四方から同時に噴射し、一辺の塗工回数を1回にし4辺同時に形成した以外は、実施例1の作成方法と同様にして高さ200 μ mの低抵抗膜を作成し、さらに実施例1と同様にしてスパッタによる高抵抗膜を作成した。これをスペーサEとする。このとき、得られたスペーサEの低抵抗膜部分は、光沢反射が認められた上、底面と側面の境界領域すなわちエッジ部には部分的な膜剥がれなども無く、膜の被覆性は良好であった。

【0213】

さらに、実施例1と同様にして、電子放出素子を組み込んだリアプレート等とともに電子線放出装置（図9）を作成し、実施例1と同条件で、高圧印加および素子駆動を行った。

【0214】

このとき、スペーサE付近の耐電圧は良好であり、さらに、スペーサEに近い位置にある冷陰極素子1012からの放出電子による発光スポットも含め、2次元状に等間隔の発光スポット列が形成され、鮮明で色再現性のよいカラー画像表示ができた。このことは、スペーサEを設置しても電子軌道に影響を及ぼすような電界の乱れは発生しなかったことを示している。

【0215】

(実施例6：熱エネルギー方式、吐出材料酢酸パラジウム)

実施例1で使用したスペーサ基板g1を使用して、塗工溶液として酢酸パラジウムを水に0.05wt%含有した有機パラジウム含有溶液(酢酸パラジウムモノエタノールアミン錯体0.66wt%(パラジウム成分量0.15wt%)、イソプロピルアルコール15wt%、水83.29wt%、エチレングリコール1wt%、PVA0.05wt%)を用いた以外は、実施例1と全く同じ方法で低抵抗膜を作成したスペーサに対して、さらに実施例1と同様にしてスパッタによる高抵抗膜を得た。これをスペーサFとする。このとき、得られたスペーサFの低抵抗膜部分は、光沢反射が認められた上、底面と側面の境界領域すなわちエッジ部には部分的な膜剥がれなども無く、膜の被覆性は良好であった。

【0216】

さらに、実施例1と同様にして、電子放出素子を組み込んだリアプレート等とともに電子線放出装置(図9)を作成し、実施例1と同条件で、高圧印加および素子駆動を行った。

【0217】

このとき、スペーサF近傍においても耐電圧は良好であった。さらに、スペーサFに近い位置にある冷陰極素子1012からの放出電子による発光スポットも含め、2次元状に等間隔の発光スポット列が形成され、鮮明で色再現性のよいカラー画像表示ができた。このことは、スペーサFを設置しても電子軌道に影響を及ぼすような電界の乱れは発生しなかったことを示している。

【0218】

(実施例7：熱エネルギー方式スペーサ微少R)

リアプレートと同質のソーダライムガラスからなる母材に加熱延伸法により、断面形状として巾3mm、厚み0.2mmで4隅の曲率半径4 μ mの柱状ガラスを作成した。これを長さ40mmに切り出してスペーサ基板g2を得た。この後、実施例1と同じ作成方法により高さ200 μ mの低抵抗膜を作成し、さらに実施例1と同様にしてスパッタによる高抵抗膜を作成した。これをスペーサGとする。このとき、得られたスペーサGの低抵抗膜部分は、光沢反射が認められた上

、底面と側面の境界領域すなわちエッジ部には部分的な膜剥がれなども無く、膜の被覆性は良好であった。

【0219】

さらに、実施例1と同様にして、電子放出素子を組み込んだリアプレート等とともに電子線放出装置（図9）を作成し、実施例1と同条件で、高圧印加および素子駆動を行った。

【0220】

このとき、スペーサG近傍においても耐電圧は良好であった。さらに、スペーサGに近い位置にある冷陰極素子1012からの放出電子による発光スポットも含め、2次元状に等間隔の発光スポット列が形成され、鮮明で色再現性のよいカラー画像表示ができた。このことは、スペーサGを設置しても電子軌道に影響を及ぼすような電界の乱れは発生しなかったことを示している。

【0221】

（実施例8：熱エネルギー方式スペーサアルミナ）

底面と側面間の境界すなわち底面エッジを研磨処理にてエッジから10 μ mの領域を45度にテーパ加工を行ったアルミナ基板をスペーサ基板a1とした。この基板a1に実施例1と同じ作成方法により高さ200 μ mの低抵抗膜を作成し、さらに実施例1と同様にしてスパッタによる高抵抗膜を作成した。これをスペーサHとする。このとき、得られたスペーサHの低抵抗膜部分は、光沢反射が認められた上、底面と側面の境界領域すなわちエッジ部には部分的な膜剥がれなども無く、膜の被覆性は良好であった。

【0222】

さらに、実施例1と同様にして、電子放出素子を組み込んだリアプレート等とともに電子線放出装置（図9）を作成し、実施例1と同条件で、高圧印加および素子駆動を行った。

【0223】

このとき、スペーサH近傍においても耐電圧は良好であった。さらに、スペーサHに近い位置にある冷陰極素子1012からの放出電子による発光スポットも含め、2次元状に等間隔の発光スポット列が形成され、鮮明で色再現性のよいカ

ラー画像表示ができた。このことは、スペーサHを設置しても電子軌道に影響を及ぼすような電界の乱れは発生しなかったことを示している。

【0224】

(実施例9：熱エネルギー方式スペーサテーパー)

底面と側面間の境界すなわち底面エッジを研磨処理にてエッジから $10\mu\text{m}$ の領域を 45 度にテーパー加工を行ったソーダライムガラス基板をスペーサ基板g3とした。この基板g3に実施例1と同じ作成方法により高さ $200\mu\text{m}$ の低抵抗膜を作成し、さらに実施例1と同様にしてスパッタによる高抵抗膜を作成した。これをスペーサIとする。このとき、得られたスペーサIの低抵抗膜部分は、光沢反射が認められた上、底面と側面の境界領域すなわちエッジ部には部分的な膜剥がれなども無く、膜の被覆性は良好であった。

【0225】

さらに、実施例1と同様にして、電子放出素子を組み込んだリアプレート等とともに電子線放出装置(図9)を作成し、実施例1と同条件で、高圧印加および素子駆動を行った。

【0226】

このとき、スペーサI近傍においても耐電圧は良好であった。さらに、スペーサIに近い位置にある冷陰極素子1012からの放出電子による発光スポットも含め、2次元状に等間隔の発光スポット列が形成され、鮮明で色再現性のよいカラー画像表示ができた。このことは、スペーサIを設置しても電子軌道に影響を及ぼすような電界の乱れは発生しなかったことを示している。

【0227】

(実施例10：熱エネルギー方式スペーサ直角研磨)

底面と側面間の境界すなわち底面エッジを含めて基板の全6面を研磨処理にて相互に直角に配置するよう研磨したソーダライムガラス基板をスペーサ基板g4とした。この基板g4に実施例1と同じ作成方法により高さ $200\mu\text{m}$ の低抵抗膜を作成し、さらに実施例1と同様にしてスパッタによる高抵抗膜を作成した。これをスペーサJとする。このとき、得られたスペーサJの低抵抗膜部分は、光沢反射が認められた上、底面と側面の境界領域すなわちエッジ部には部分的な膜

剥がれが40mmの一稜線に3個認められ、膜の被覆性は一部不良であった。

【0228】

さらに、実施例1と同様にして、電子放出素子を組み込んだリアプレート等とともに電子線放出装置（図9）を作成し、実施例1と同条件で、高圧印加および素子駆動を行った。

【0229】

このとき、スパーサJ近傍においても耐電圧は良好であった。さらに、スパーサJに近い位置にある冷陰極素子1012からの放出電子による発光スポットも含め、2次元状に等間隔の発光スポット列が形成され、鮮明で色再現性のよいカラー画像表示ができた。このことは、スパーサJを設置しても電子軌道に影響を及ぼすような電界の乱れは発生しなかったことを示している。エッジの被覆率が部分的に不良であったにもかかわらず発光点の乱れが認められなかったのは、残りのほとんどの部分の低抵抗膜部分がコンタクト良好であったために、低抵抗膜上端での共通電位が保たれていたためと理解される。

【0230】

（実施例11：熱エネルギー方式スパーサガラスファイバー）

直径400 μ m高さ3mmのガラスファイバーの底面と側面間の境界すなわち底面エッジを研磨処理にてエッジから10 μ mの領域を45度にテーパ加工を行ったソーダライムガラス基板をスパーサ基板g5とした。この基板g5をファイバーの延伸軸を中心として回転させ、吐出ヘッドを固定した以外は、実施例1と同じ作成方法により高さ200 μ mの低抵抗膜を作成し、さらに実施例1と同様にしてスパッタによる高抵抗膜を作成した。これをスパーサKとする。このとき、得られたスパーサKの低抵抗膜部分は、光沢反射が認められた上、底面と側面の境界領域すなわちエッジ部には部分的な膜剥がれなども無く、膜の被覆性は良好であった。

【0231】

さらに、実施例1と同様にして、電子放出素子を組み込んだリアプレート等とともに電子線放出装置（図9）を作成し、実施例1と同条件で、高圧印加および素子駆動を行った。

【0232】

このとき、スペーサK近傍においても耐電圧は良好であった。さらに、スペーサKに近い位置にある冷陰極素子1012からの放出電子による発光スポットも含め、2次元状に等間隔の発光スポット列が形成され、鮮明で色再現性のよいカラー画像表示ができた。このことは、スペーサKを設置しても電子軌道に影響を及ぼすような電界の乱れは発生しなかったことを示している。

【0233】

(実施例12：熱エネルギー方式、吐出材料Pt鉛体、はしご型配置電子源)

実施例1で使用したスペーサ基板g1を使用して、塗工溶液として有機白金含有溶液(酢酸白金-モノエタノールアミン鉛体1.14wt%(白金成分量0.4wt%)、イソプロピルアルコール20wt%、水77.81wt%、エチレングリコール1wt%、PVA0.05wt%)を用い、焼成乾燥温度を350℃にした事以外は、実施例1と全く同じ方法で低抵抗膜を作成したスペーサに対して、さらに実施例1と同様にしてスパッタによる高抵抗膜を作成した。これをスペーサLとする。このとき、得られたスペーサLの低抵抗膜部分は、光沢反射が認められた上、底面と側面の境界領域すなわちエッジ部には部分的な膜剥がれなども無く、膜の被覆性は良好であった。

【0234】

さらに、電子源基板としてはしご型配置の電子源を用い、グリッド電極を配置した以外は実施例1と同様にして、電子放出素子を組み込んだリアプレート等とともに電子線放出装置(図25)を作成し、実施例1と同条件で、高圧印加および素子駆動を行った。

【0235】

このとき、スペーサL近傍においても耐電圧は良好であった。さらに、スペーサLに近い位置にある冷陰極素子1111からの放出電子による発光スポットも含め、2次元状に等間隔の発光スポット列が形成され、鮮明で色再現性のよいカラー画像表示ができた。このことは、スペーサLを設置しても電子軌道に影響を及ぼすような電界の乱れは発生しなかったことを示している。

【0236】

(比較例：気相製法スペーサ)

実施例 1 で使用したスペーサ基板 g 1 を使用し、低抵抗膜として、フェースプレート、リアプレートとの接続部に接続部と平行に、高さ 2.8 mm 幅 4.2 mm 奥行き 1.1 mm の直方体ガラス製固定治具 802 を図 8 (a) (b) のように前記の高さ 3 mm のスペーサ基板 g 1 (同図 801) と交互に配置して、図 8 (c) に示すような 200 μ m の帯状に 10 nm 厚の Ti 膜をその後 200 nm 厚の Pt 膜 (同図 803) をどちらもスパッタにより気相形成した。なお、上記スパッタ成膜工程を上下底面側に 2 回行い図 8 (d) のように形成した。この際、Ti 膜は、Pt 膜の膜密着性を補強する下地層として必要であった。この後、さらに実施例 1 と同様にしてスパッタによる高抵抗膜を作成した。これをスペーサ M とする。このとき、得られたスペーサ M の低抵抗膜部分は、光沢反射が認められた上、底面と側面の境界領域すなわちエッジ部には部分的な膜剥がれなども無く、膜の被覆性は良好であった。

【0237】

さらに、実施例 1 と同様にして、電子放出素子を組み込んだリアプレート等とともに電子線放出装置 (図 9) を作成し、実施例 1 と同条件で、高圧印加および素子駆動を行った。

【0238】

このとき、スペーサ M 近傍においても耐電圧は良好であったが、一部、微少放電が確認された。なお、スペーサ M に近い位置にある冷陰極素子 1012 からの放出電子による発光スポットも含め、2 次元状に等間隔の発光スポット列が形成され、鮮明で色再現性のよいカラー画像表示ができた。このことは、スペーサ M を設置しても電子軌道に影響を及ぼすような電界の乱れは発生しなかったことを示している。

【0239】

以上本発明による低抵抗膜を形成した試料 A ~ L および比較例の試料 M について、作成方法、電気的コンタクト、発光点変位、および陽極耐電圧について比較すると、試料 A ~ L および比較例の試料 M すべての試料についてそのパネル特性としての電気的コンタクト、発光点変位、耐電圧は、良好であり電子放出パネル

の耐真空スペーサとして適当な低抵抗膜を形成できた。

【0 2 4 0】

しかしながら、比較例の試料Mに比べて、本発明による試料A～Lは、製膜装置に高価な真空減圧装置が不要であり、材料の利用効率が高いなどの、生産プロセス上のコスト面でより有利であるという利点を有している。さらには、比較例の試料Mではスパッタ製膜におけるPt膜のガラス基板との密着性の問題から、基板との間に下地層を設けるためのプロセスが必要であるが、本発明によれば、これを省略できるなどの優位性を有している。

【0 2 4 1】

また本発明の実施例で示した吐出形成による低抵抗膜に比べて、スパッタ形成膜では電子源基板および陽極基板には電子放出装置として破壊されるに至らない程度の微少放電が発生した。これは、吐出形成した膜の膜厚分布が、周辺になるに従い薄くなるテーパ状断面であるのに対して、スパッタ形成膜ではパターンニングした末端での膜エッジは直角な断面であったり、マスクからはがす段階でバリなどの突起がスペーサ外空間に向かって発生する為に、電子線装置中でそれらの突起部に電界が集中しやすい為であると思われる。

【0 2 4 2】

なお、実施例10の試料Jによる耐電圧、ビーム発光位置は、ともに他の実施例の試料と同様良好であったが、基板エッジ部に低抵抗膜の被覆率が低い状態が確認されており、多量生産の際の歩留まり等を考えると、基板エッジのR処理が被覆率向上の為に好ましい形状である事がわかる。

【0 2 4 3】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、スペーサ部材に液相形成により低抵抗膜を付与することにより、工程が簡便、かつ容易であり、また得られる低抵抗膜の電氣的コンタクトも良好であり、かつ、放電耐圧も良好であるので、電子線ディスプレイの表示品位を向上し、かつ量産性と低コスト性等を求められる作製工程およびこれを使用する電子線装置に対して特に有効なものである。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施例のスペーサ基板の概略図である。

【図 2】

本発明の一実施例のスペーサの作成工程の説明図である。

【図 3】

本発明に好適に用いられるスペーサ基板の接合部近傍の断面形状を示す図である。

【図 4】

本発明によるスペーサの接合部近傍の断面形状の説明図である。

【図 5】

本発明の実施例のスペーサの加工に使用した加熱延伸装置の説明図である。

【図 6】

本発明の実施例 2, 4, 5 で使用した溶液吐出装置の説明図である。

【図 7】

本発明の実施例における溶液の吐出方向と走査方向を説明するための図である。

【図 8】

比較例である気相形成低抵抗膜の作成工程を説明するための図である。

【図 9】

本発明の実施例である画像表示装置の表示パネルの一部を切り欠いて示した斜視図である。

【図 10】

実施例で用いたマルチ電子ビーム源の基板の一部を示す平面図である。

【図 11】

図 10 のマルチ電子ビーム源基板の B-B' 断面図である。

【図 12】

表示パネルのフェースプレートの蛍光体配列の一例を示す図である。

【図 13】

表示パネルのフェースプレートの蛍光体配列の別の例を示す図である。

【図 14】

表示パネルのフェースプレートの蛍光体配列の別の例を示す図である。

【図 15】

図 9 の表示パネルの A-A' 断面図である。

【図 16】

実施例で用いた平面型の表面伝導型放出素子の平面図及び断面図である。

【図 17】

平面型の表面伝導型放出素子の製造工程を示す断面図である。

【図 18】

通電フォーミング処理の際の印加電圧波形を示す図である。

【図 19】

通電活性化処理の際の印加電圧波形及び放出電流 I_e 変化を示す図である。

【図 20】

実施例で用いた垂直型の表面伝導型放出素子の断面図である。

【図 21】

垂直型の表面伝導型放出素子の製造工程を示す断面図である。

【図 22】

実施例で用いた表面伝導型放出素子の典型的な特性を示す図である。

【図 23】

本発明の実施例である画像表示装置の駆動回路の概略構成を示すブロック図である。

【図 24】

本発明の一例であるはしご型配列の電子源の模式的平面図である。

【図 25】

本発明の一例であるはしご型配列の電子源を持つ平面型表示装置の斜視図（スペーサ不図示）である。

【図 26】

従来知られた表面伝導型放出素子の一例を示す平面図である。

【図 27】

従来知られた F E 型素子の一例を示す断面図である。

【図 28】

従来知られた M I M 型素子の一例を示す断面図である。

【図 29】

従来知られた平面型画像表示装置の、表示パネルの一部を切り欠いて示した斜視図である。

【符号の説明】

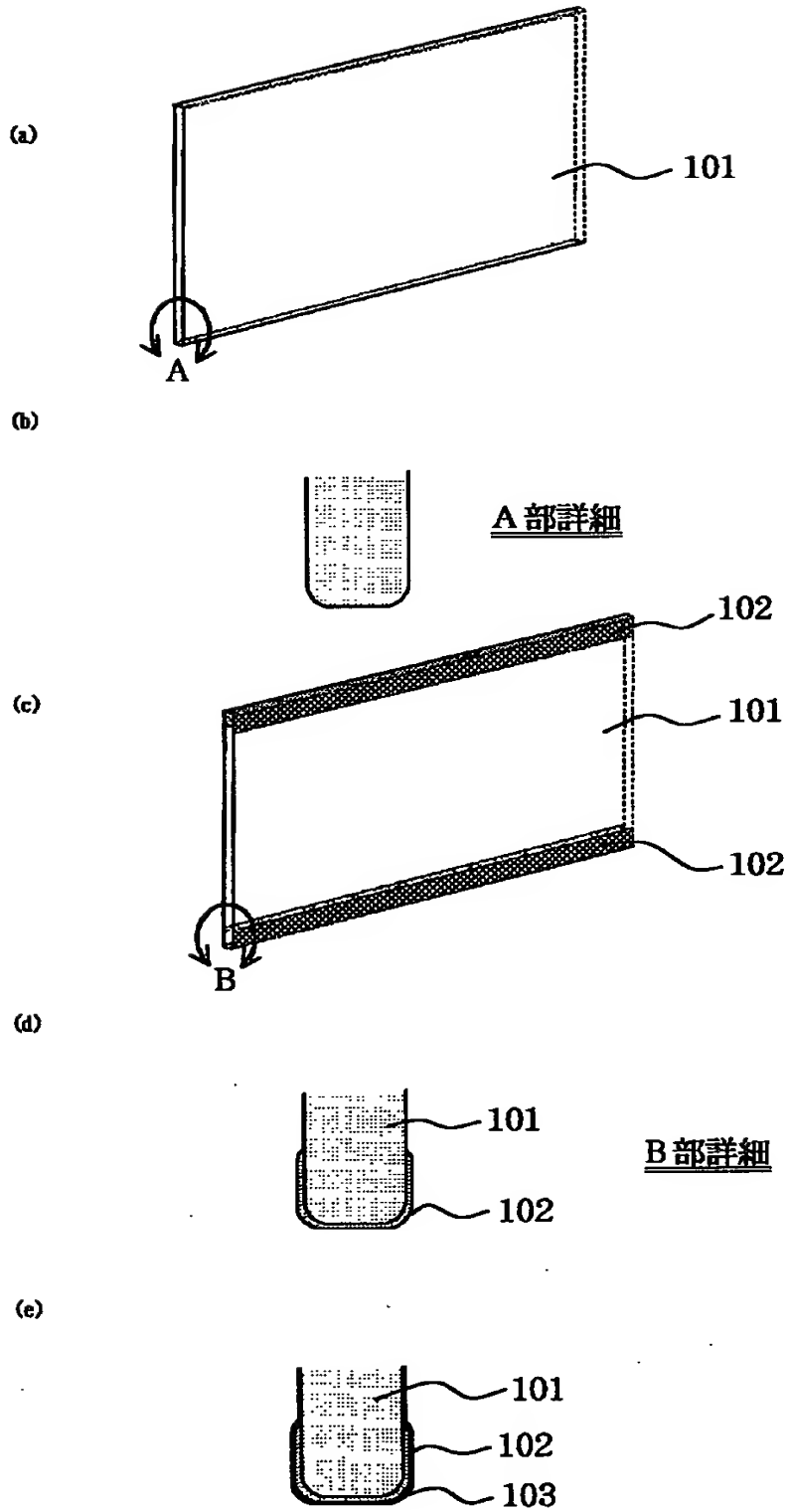
- 101 スペーサ基板
- 102 低抵抗膜
- 103 帯電防止膜（高抵抗膜）
- 200 スペーサ
- 201 熱エネルギー方式溶液吐出装置
- 401 スペーサ基板の底面部
- 402 スペーサ基板の側面部
- 403 低抵抗膜
- 501 大型ガラス母材ブロック（スペーサ母材）
- 502 薄板スペーサ
- 503 延伸ローラー
- 601 圧電方式溶液吐出装置
- 602 マルチノズル型圧電方式溶液吐出装置
- 603 マルチノズル型圧電方式溶液吐出装置（複数方向同時吐出タイプ）
- 701 溶液吐出装置
- 702 スペーサ基板の側面部
- 703 スペーサ基板の底面部
- 801 スペーサ基板
- 802 気相形成基板固定治具
- 803 気相形成低抵抗膜
- 1010 黒色導電材
- 1011 電子源基板

- 1012 電子放出素子
- 1013 行方向配線
- 1014 列方向配線
- 1015 リアプレート
- 1016 枠体
- 1017 フェースプレート
- 1018 蛍光膜
- 1019 メタルバック
- 1020 スペーサ
- 1102, 1103 素子電極
- 1104 導電性薄膜
- 1105 電子放出部
- 1113 通電活性化処理により形成した薄膜
- 1401 蛍光体
- 1501 帯電防止膜（高抵抗膜）

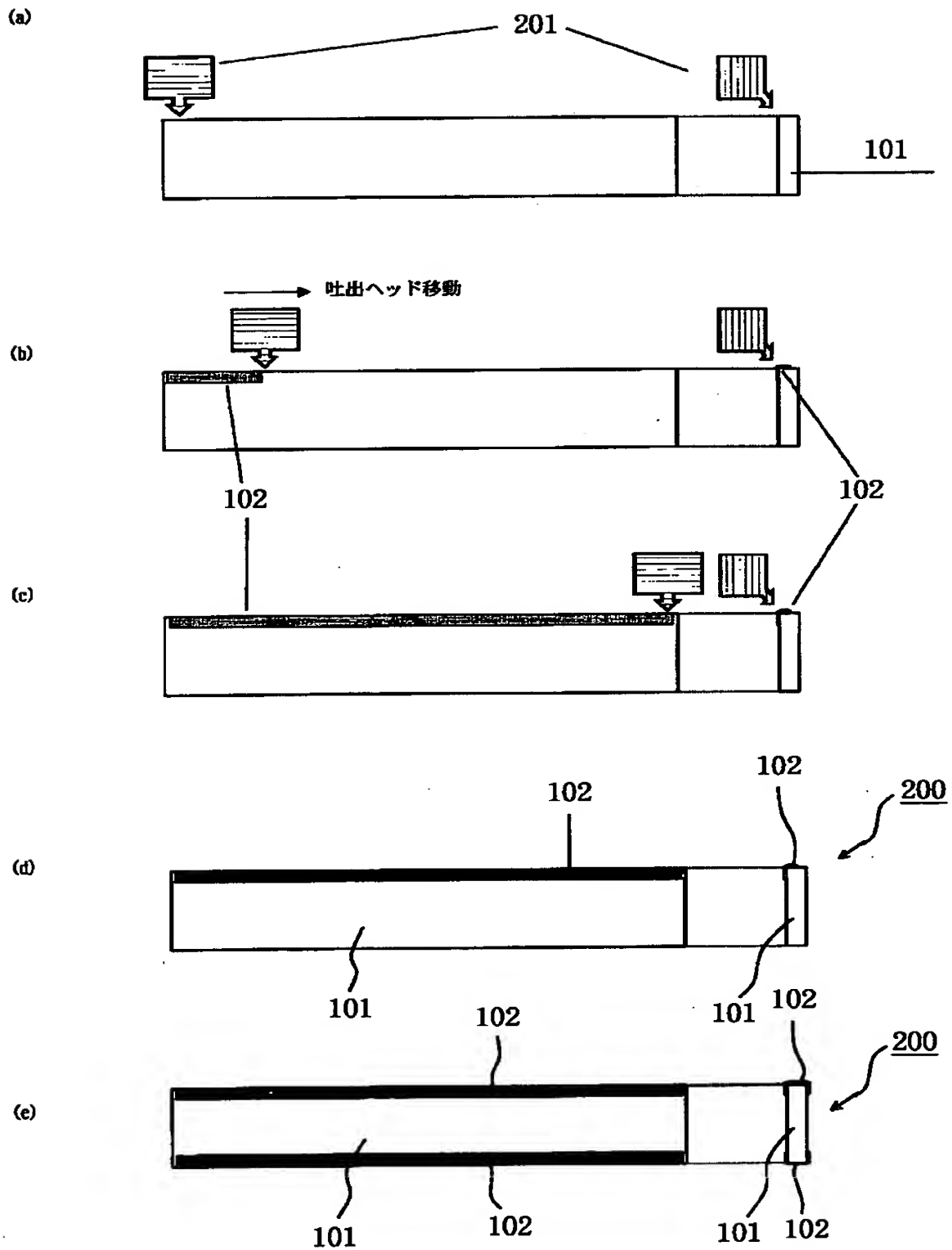
【書類名】

図面

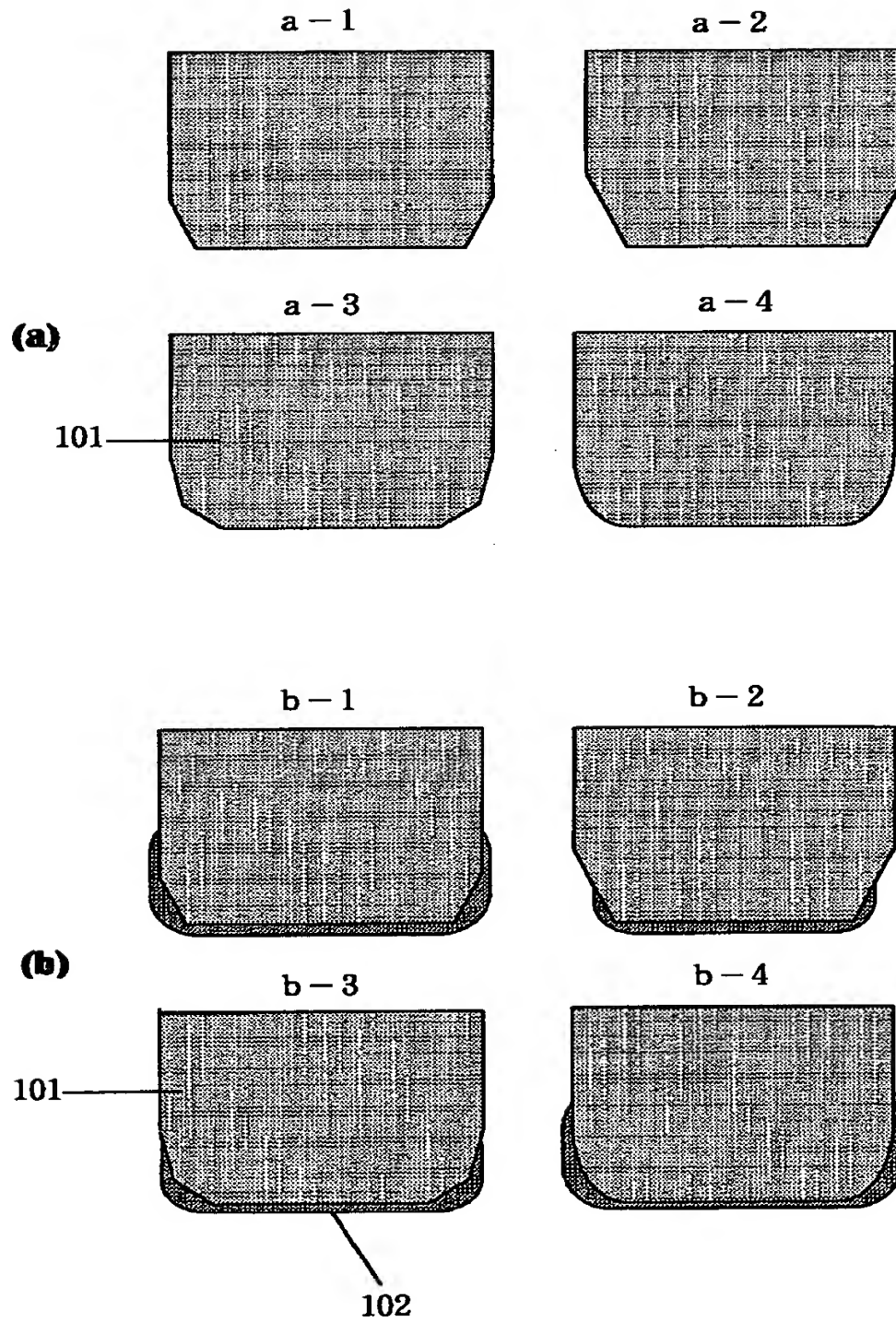
【図 1】



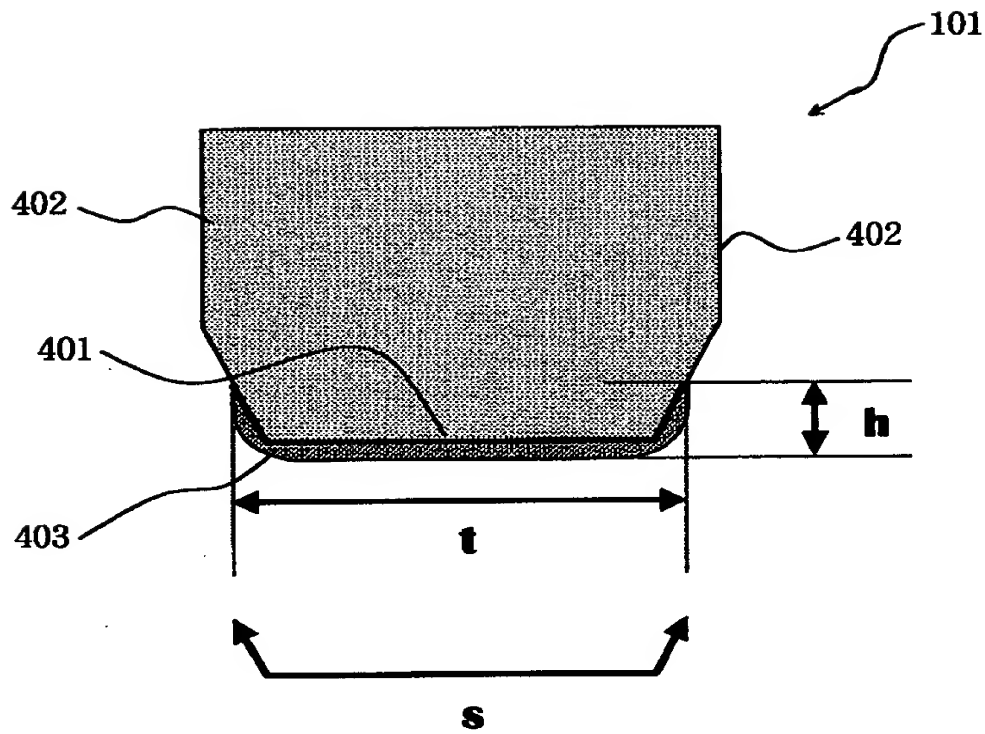
【図 2】



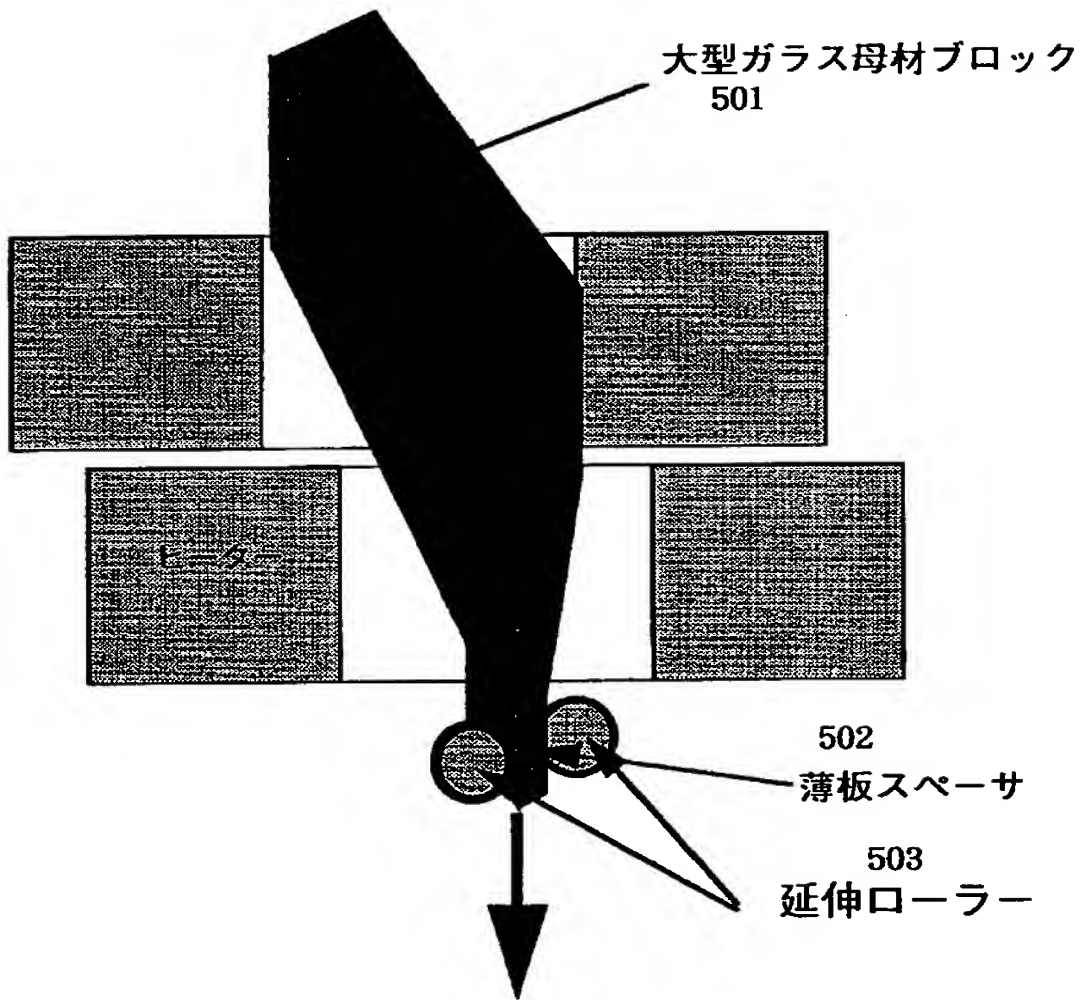
【図 3】



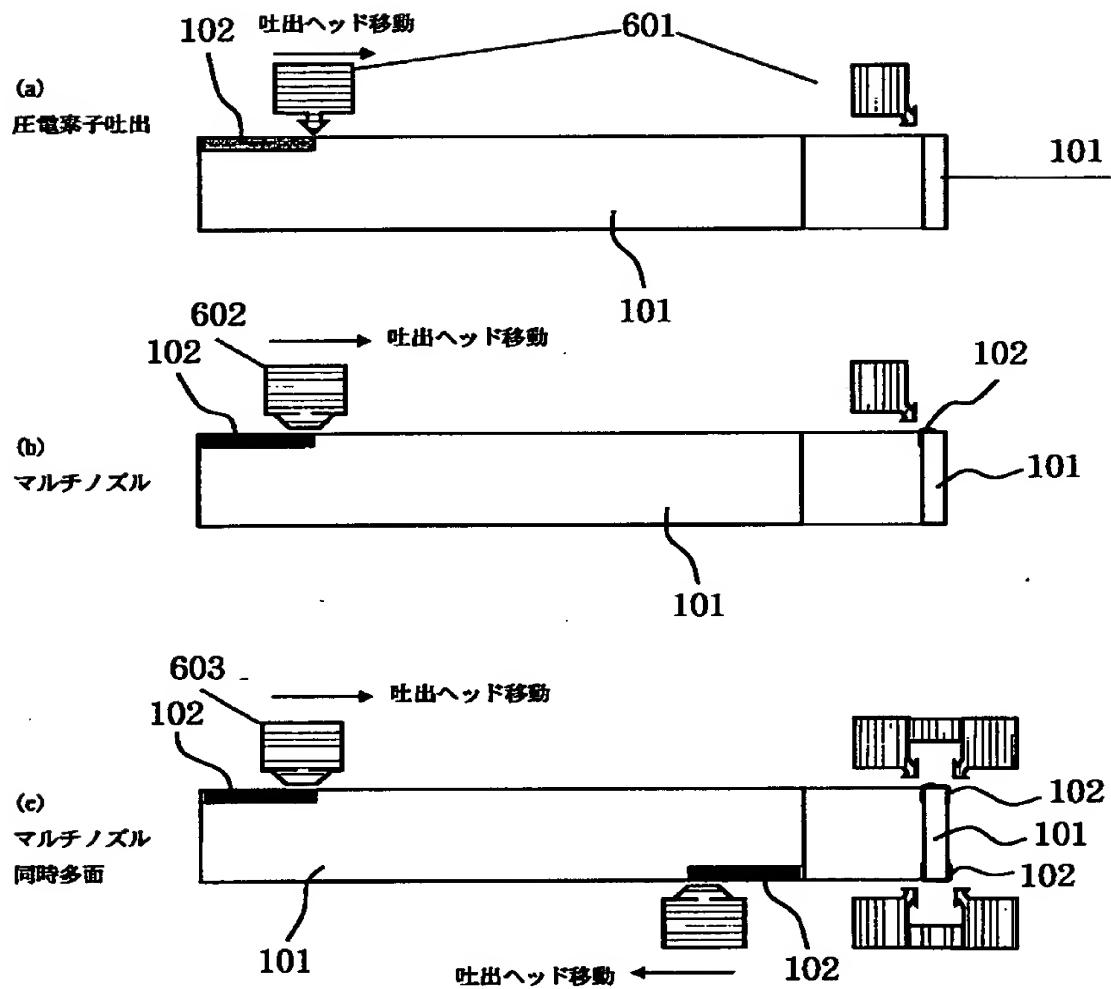
【図 4】



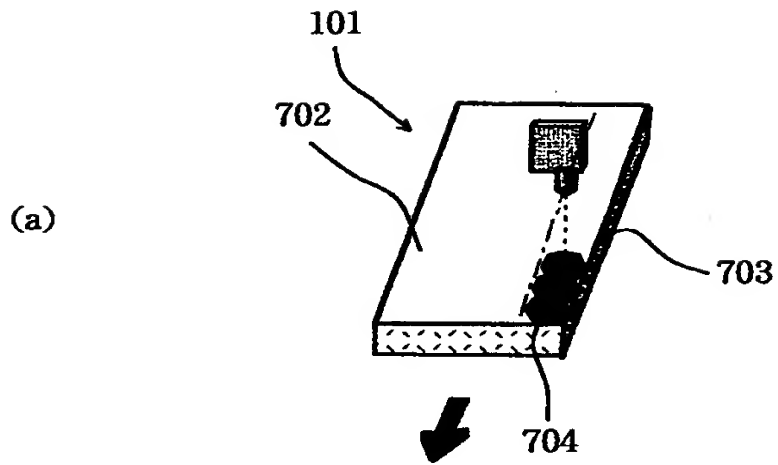
【図5】



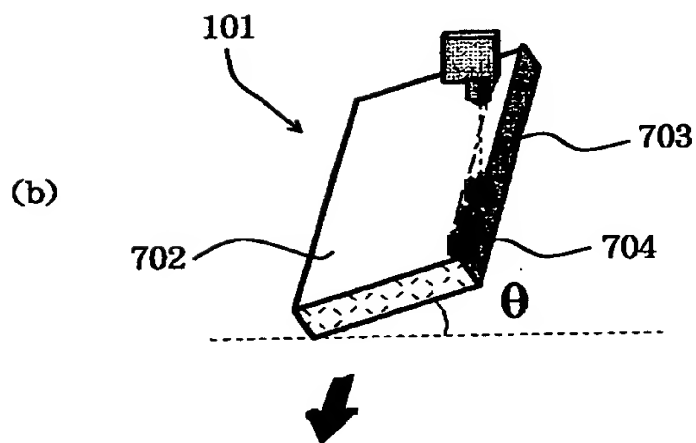
【図 6】



【図 7】

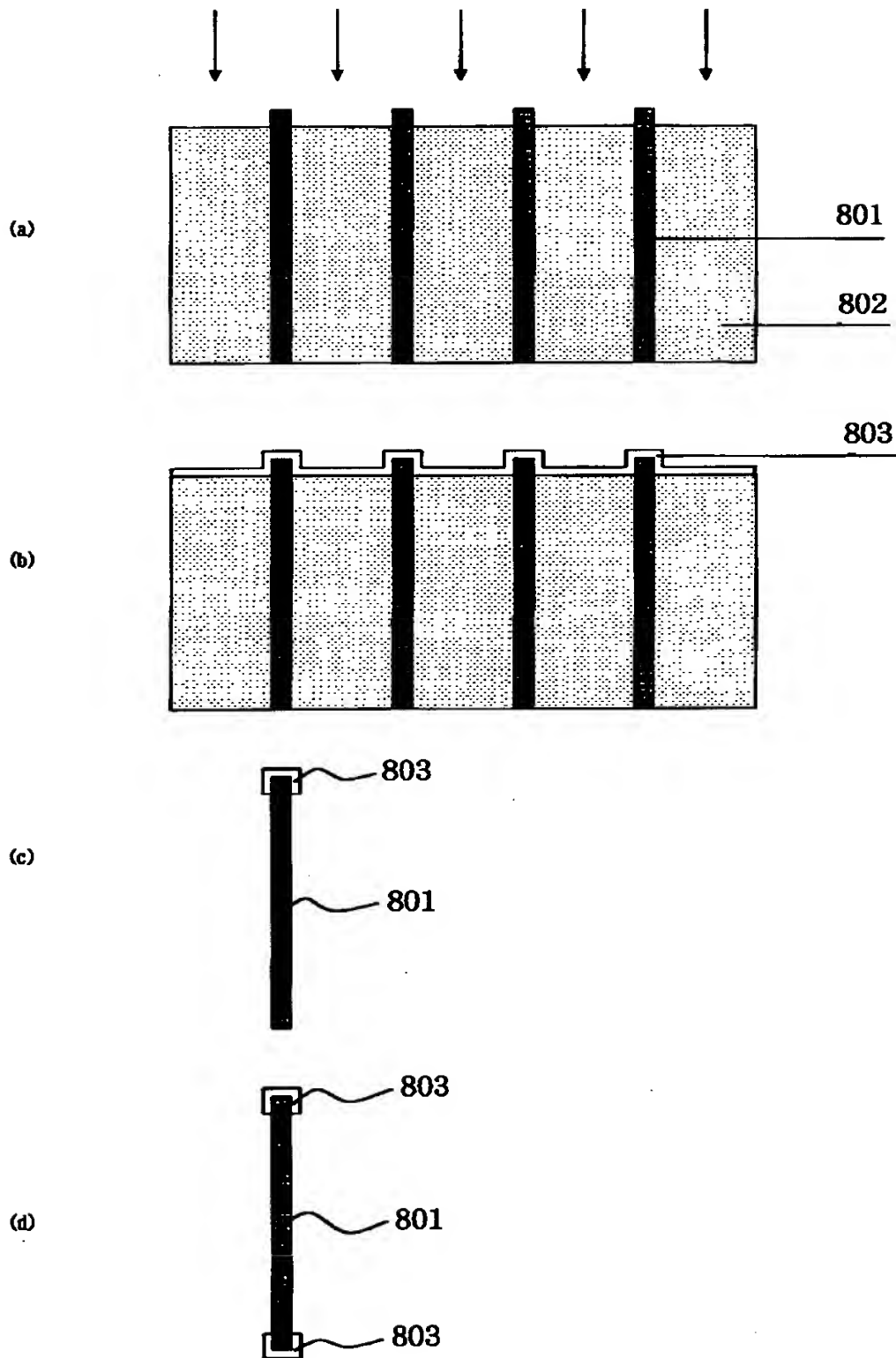


垂直打ち（平置き）

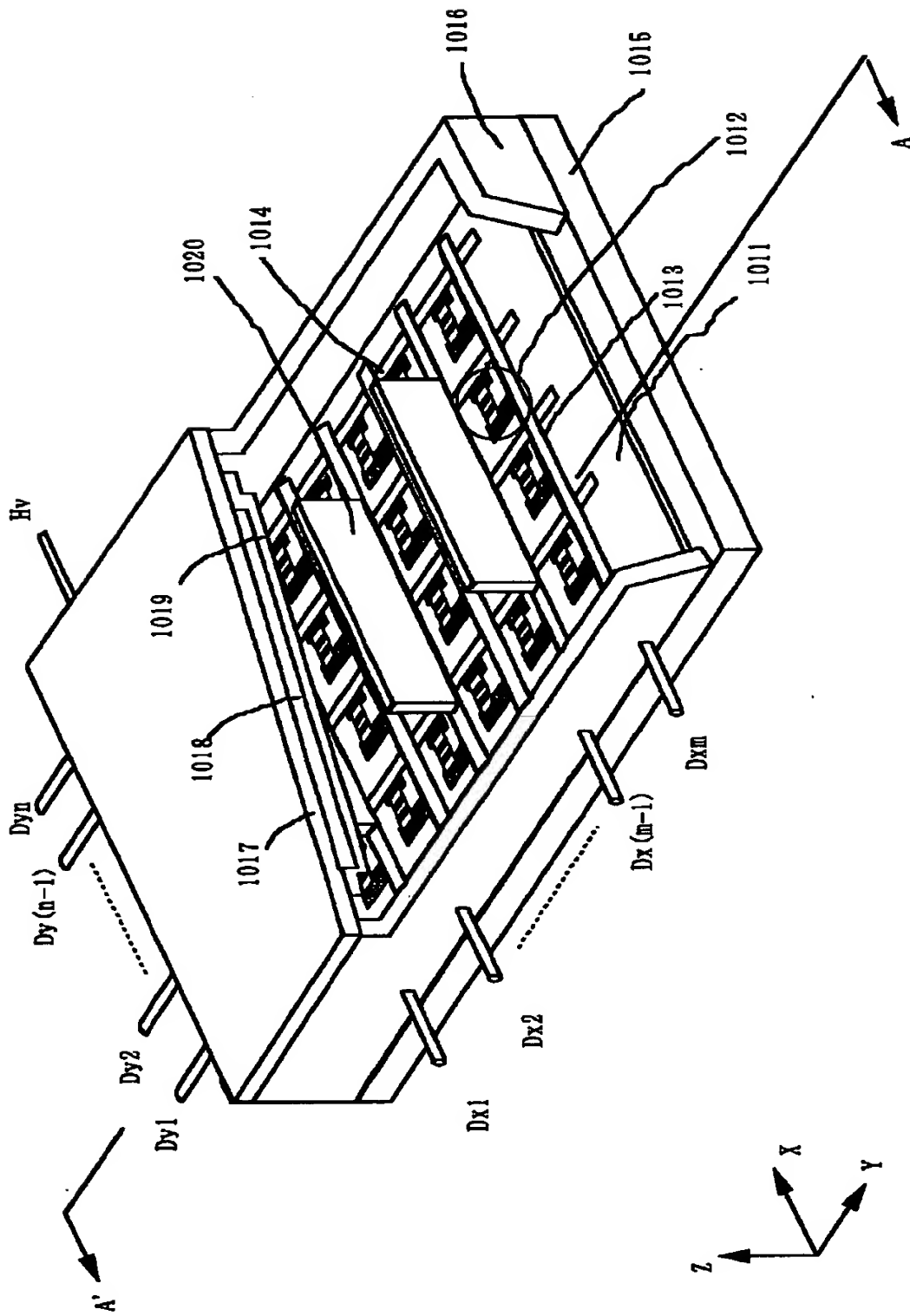


斜め打ち（傾斜）
側面、底面同時形成

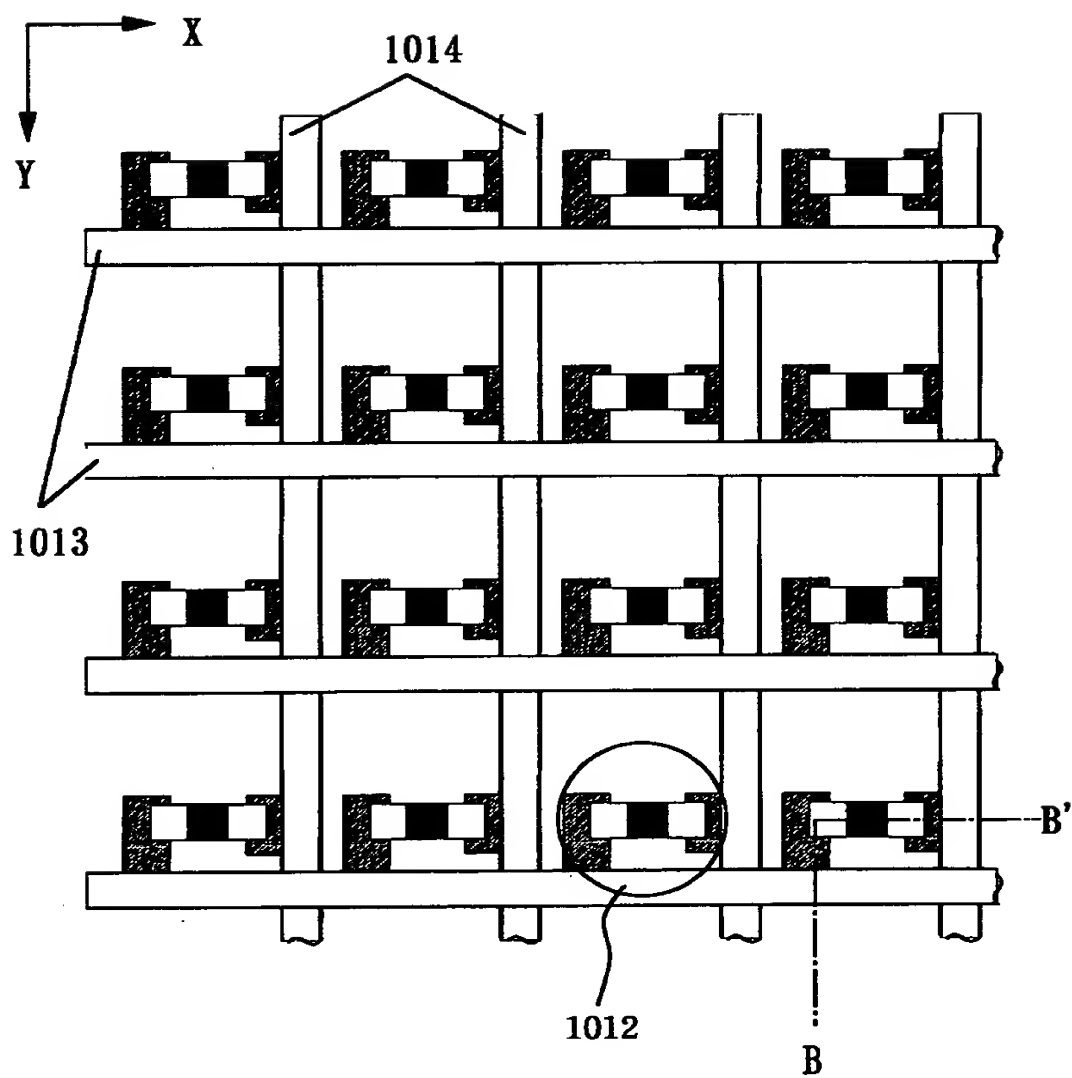
【図 8】



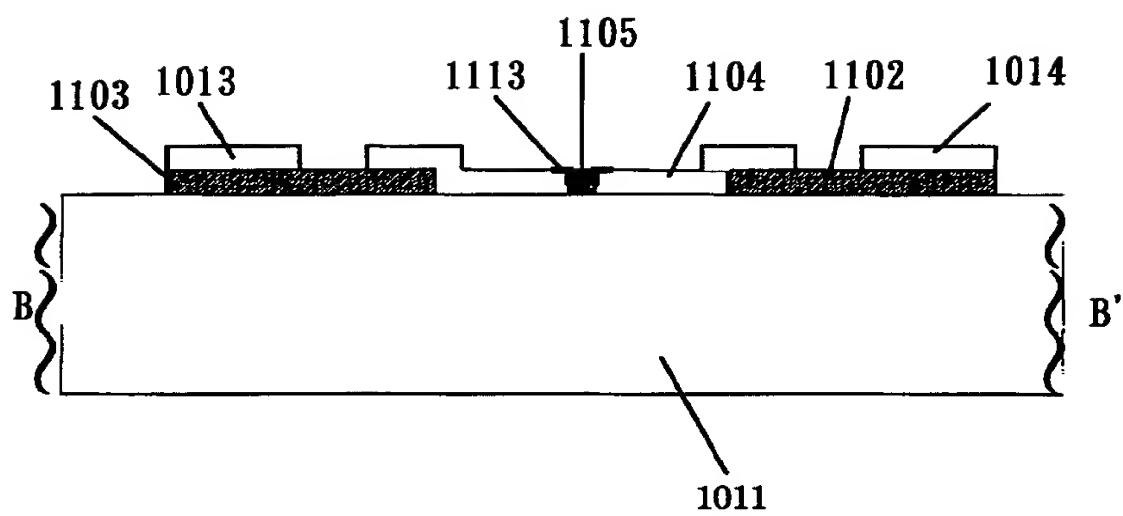
【図9】



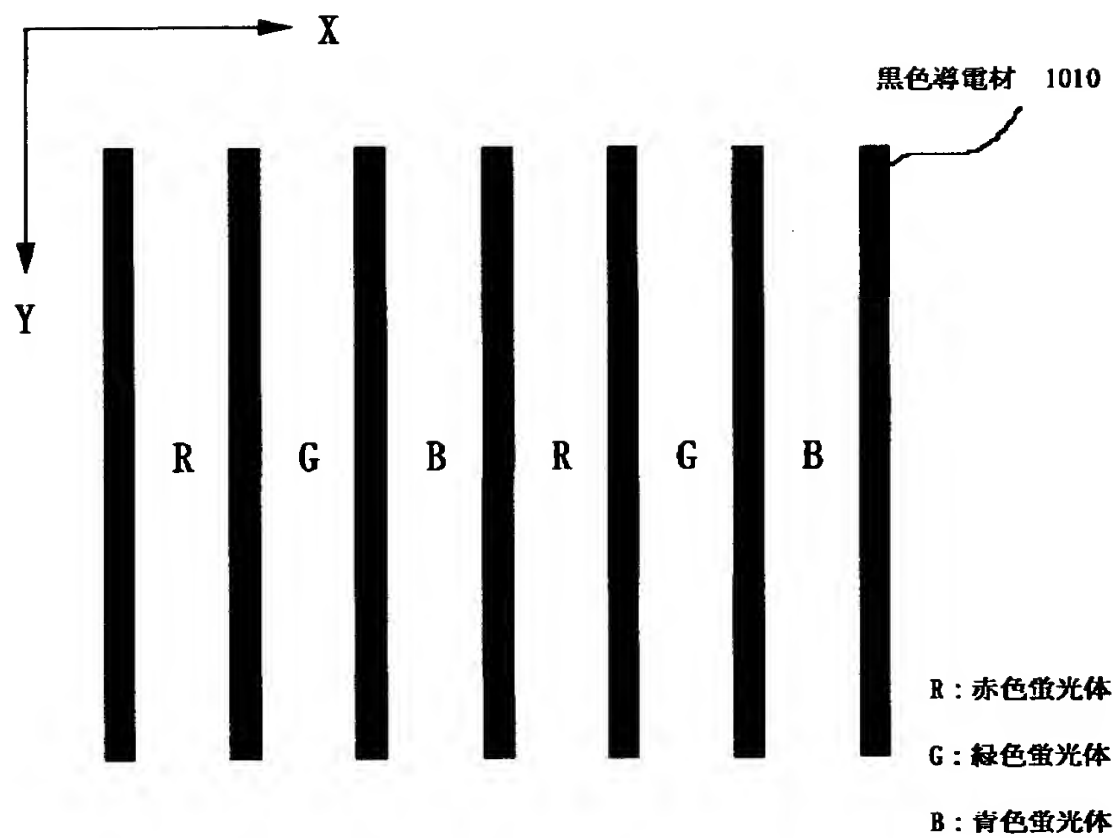
【図 10】



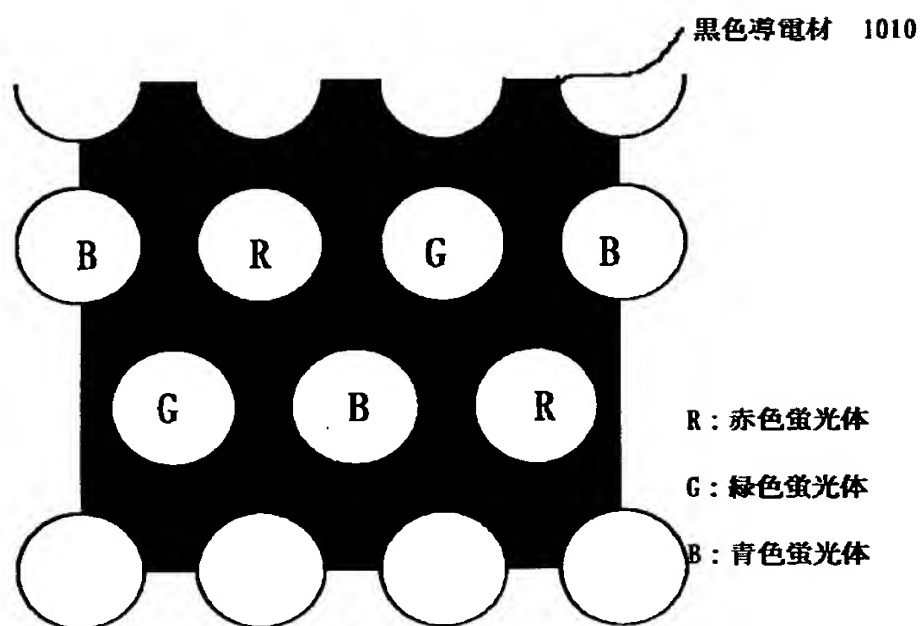
【図 11】



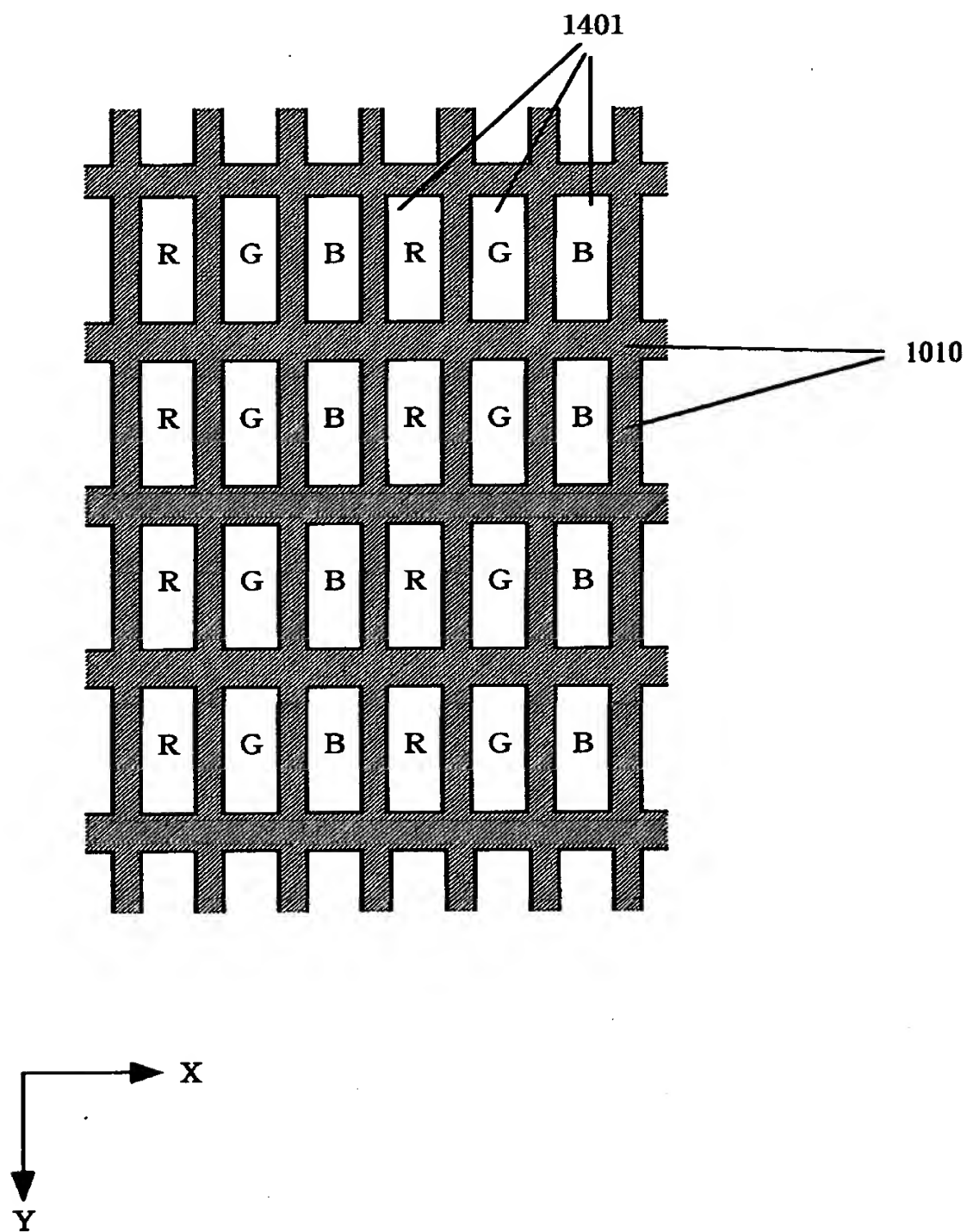
【図 1 2】



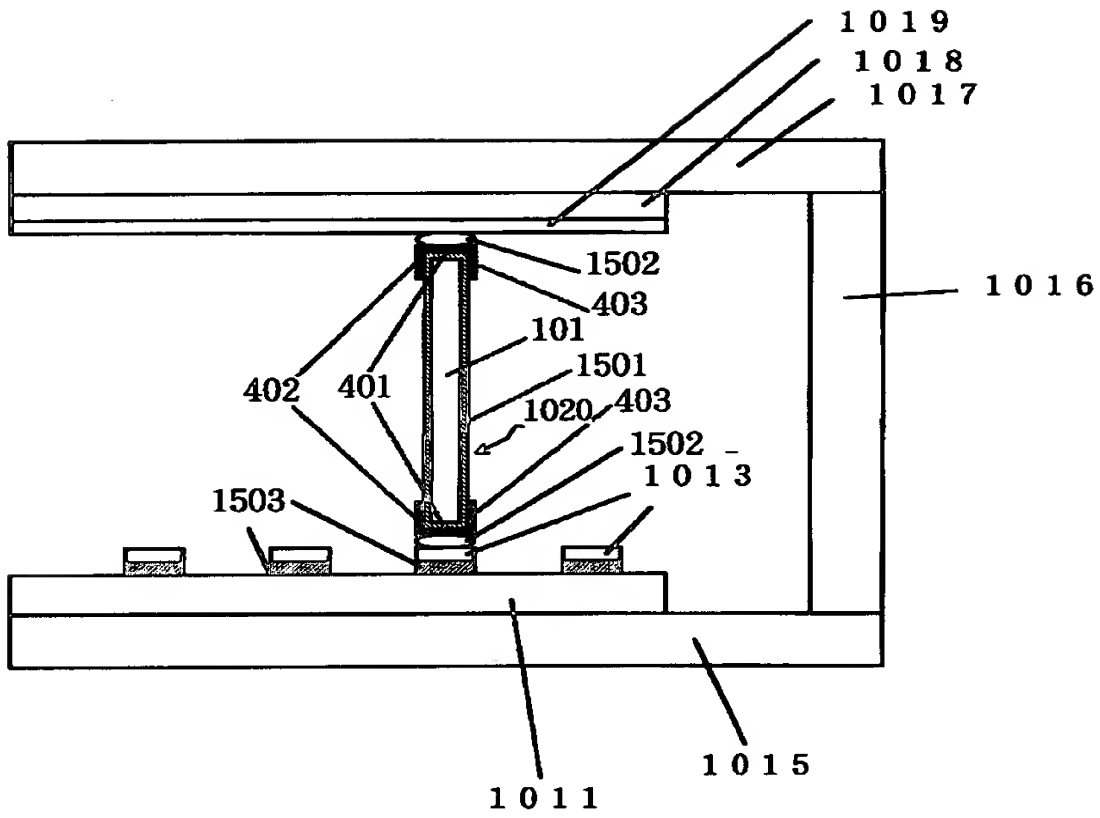
【図 1 3】



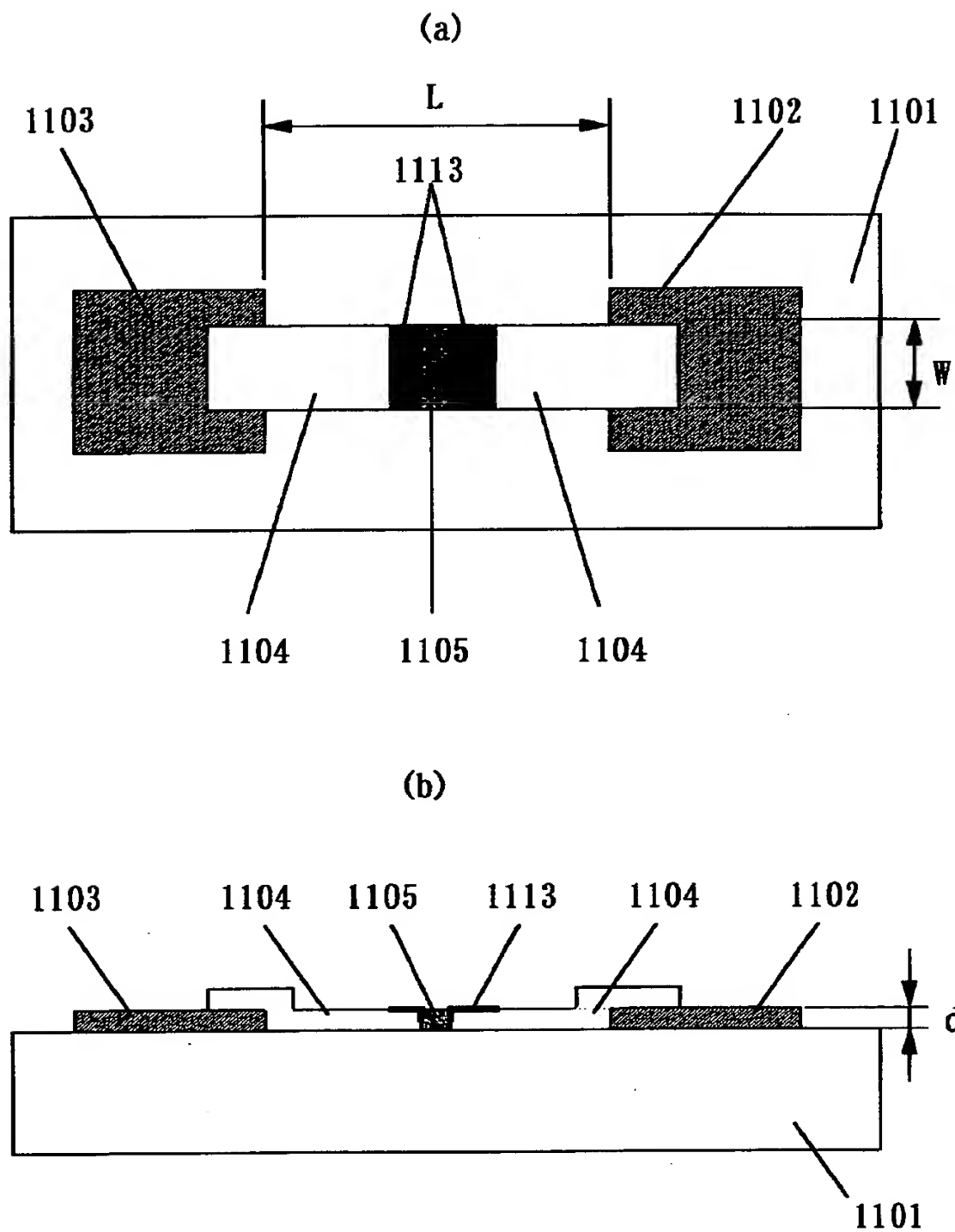
【図 1 4】



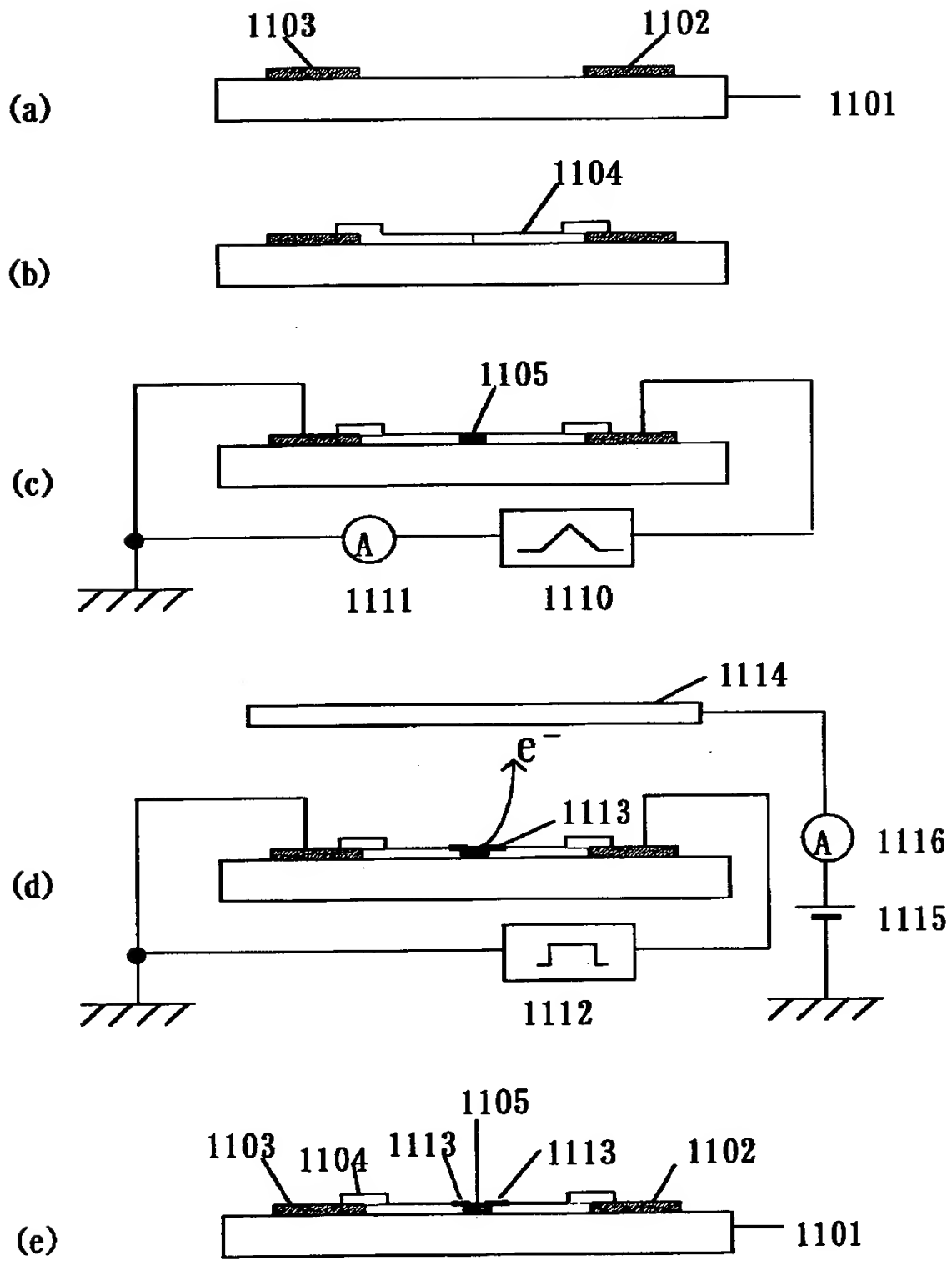
【図 15】



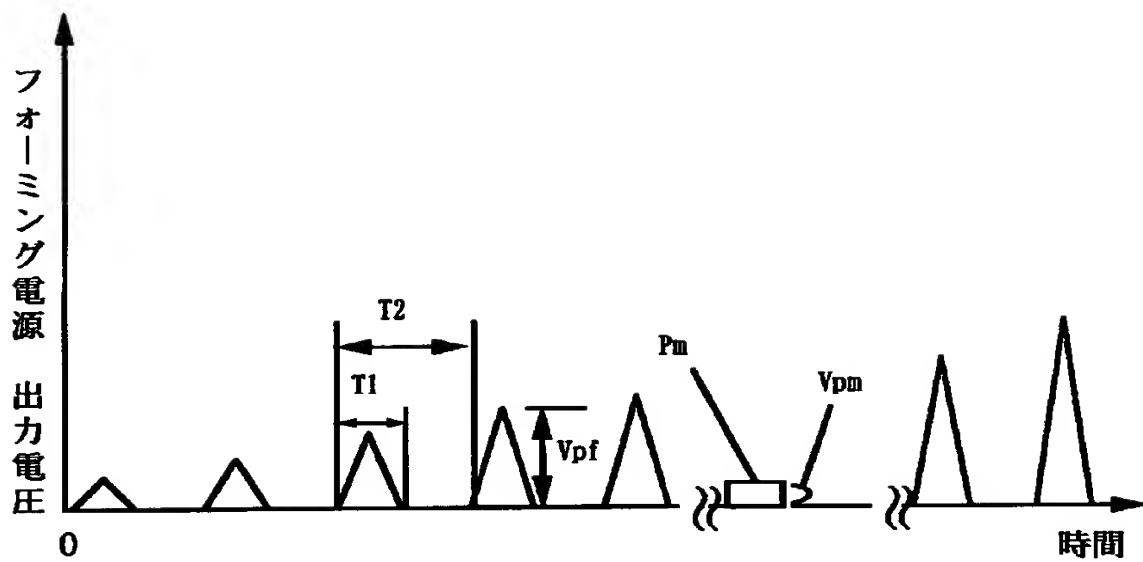
【図 16】



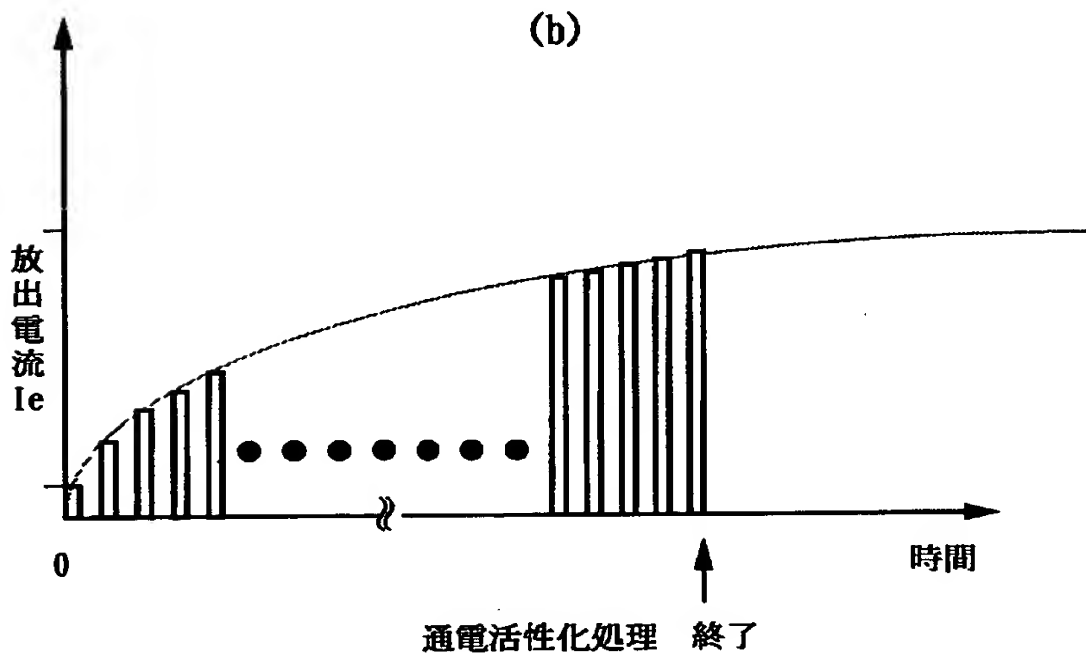
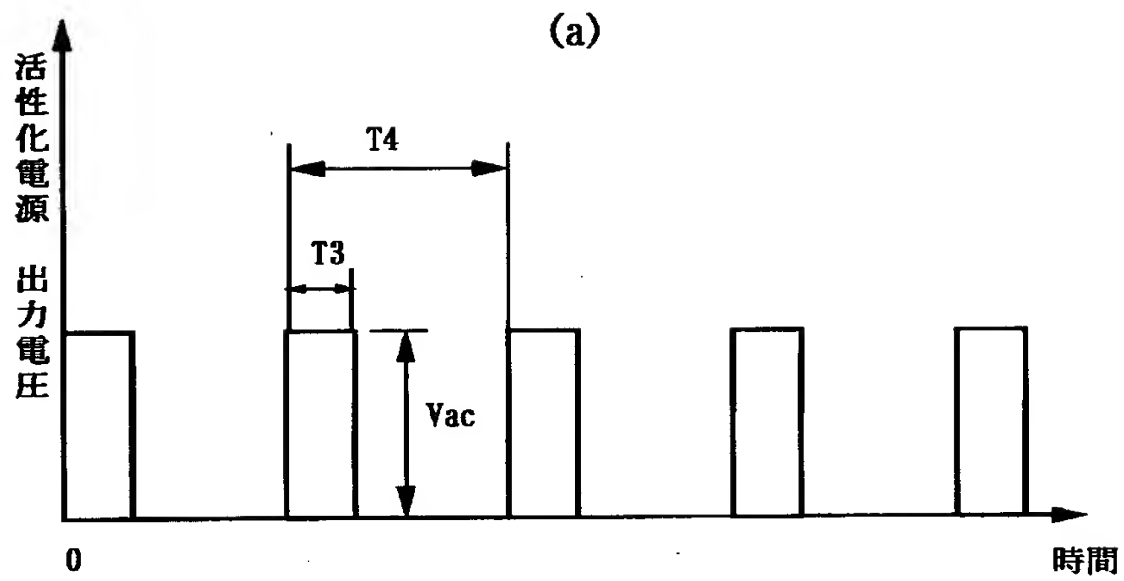
【図 17】



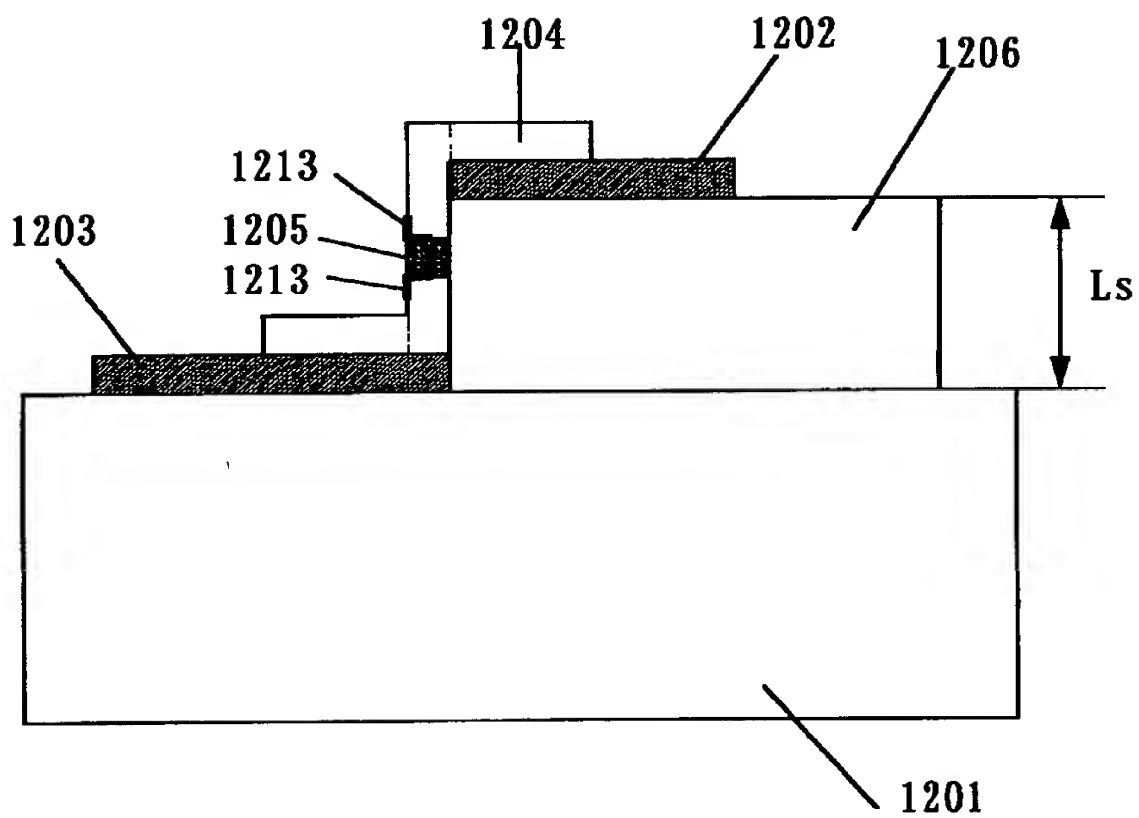
【図 18】



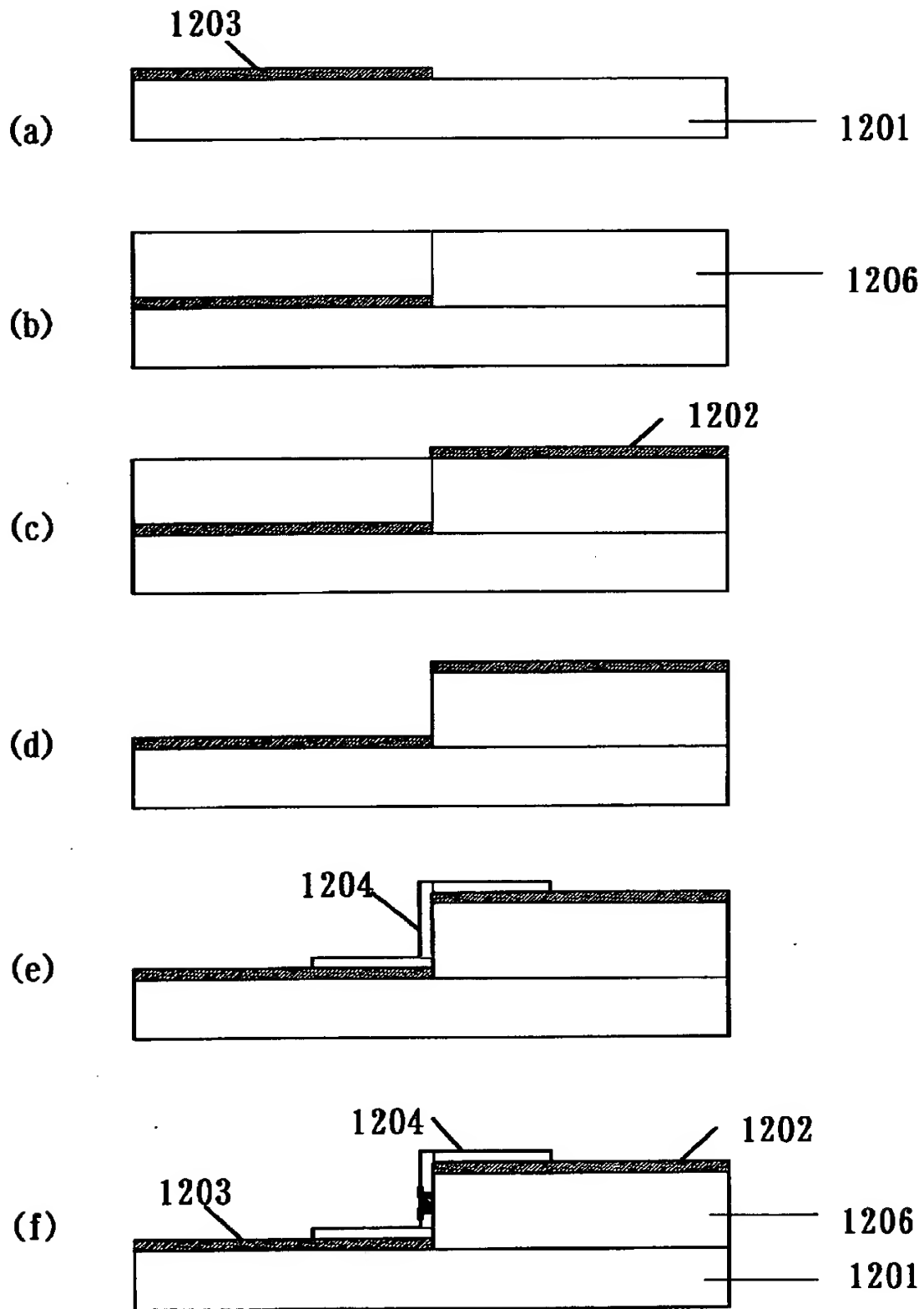
【図 1 9】



【図 2 0】

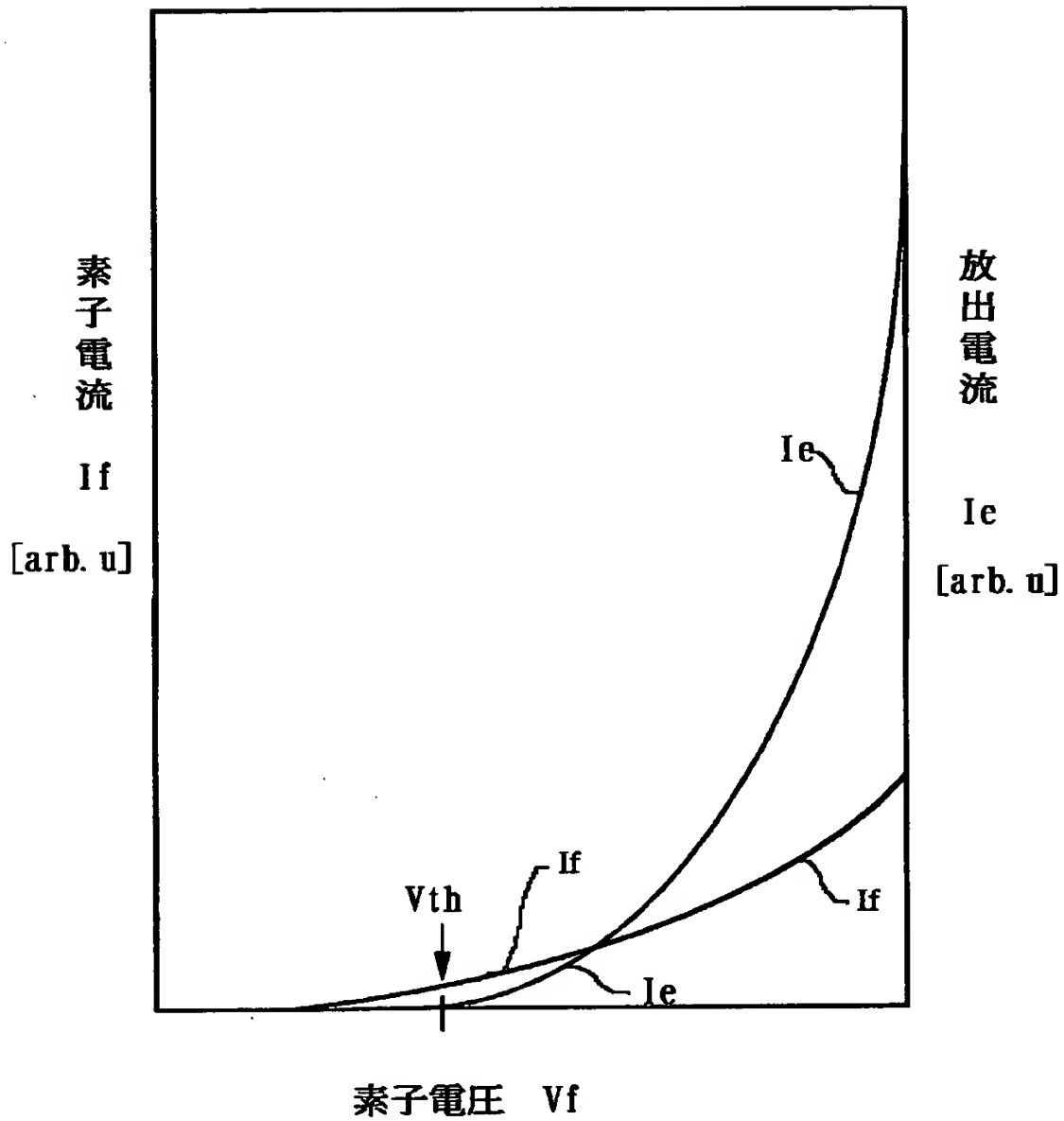


【図 2 1】

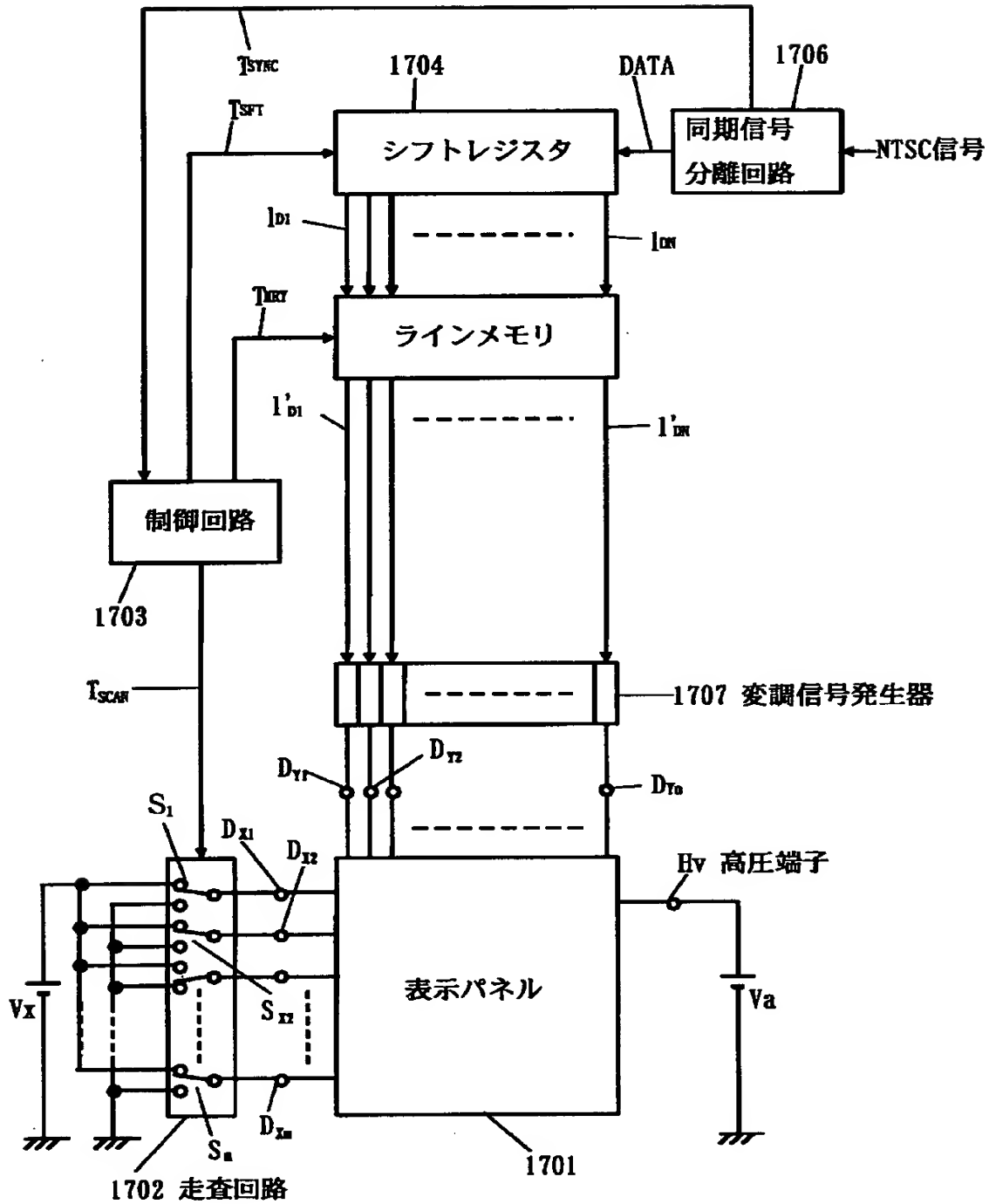


【図 22】

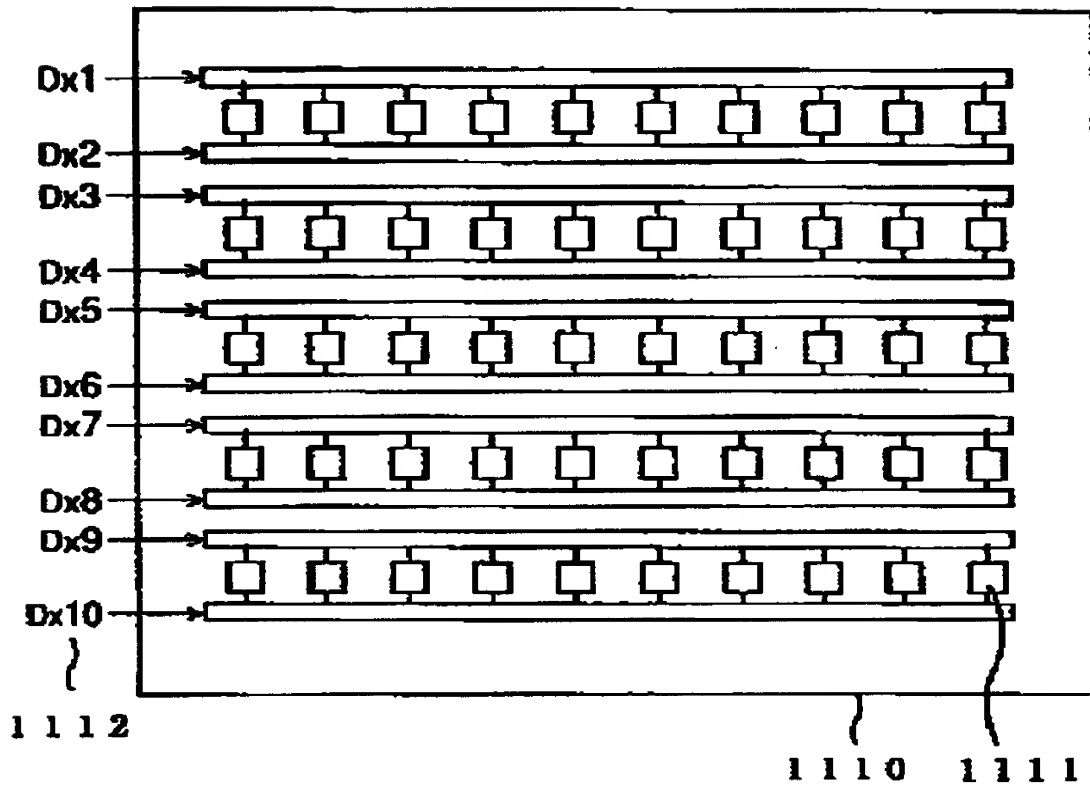
2
—



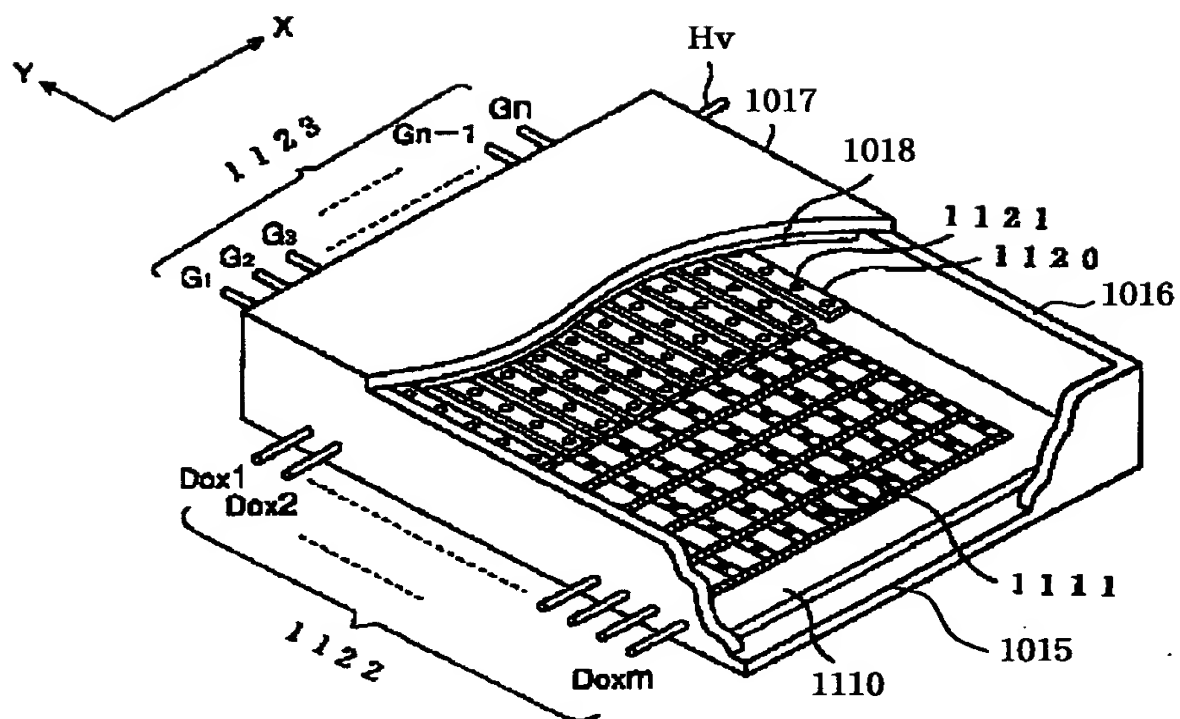
【図 23】



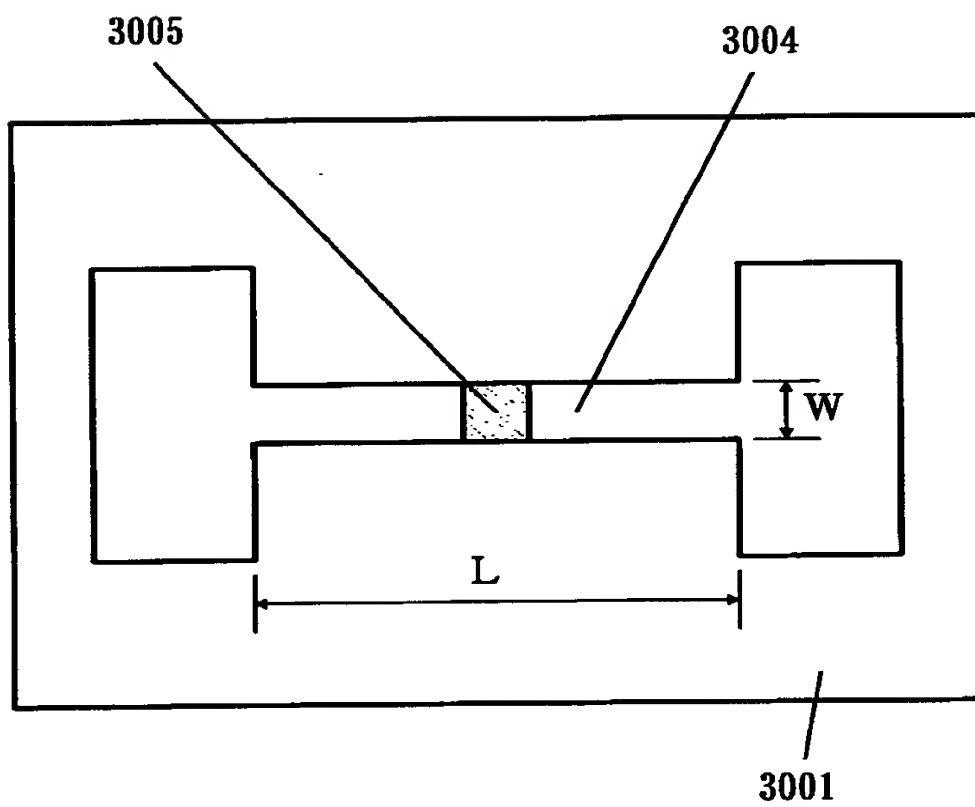
【図 24】



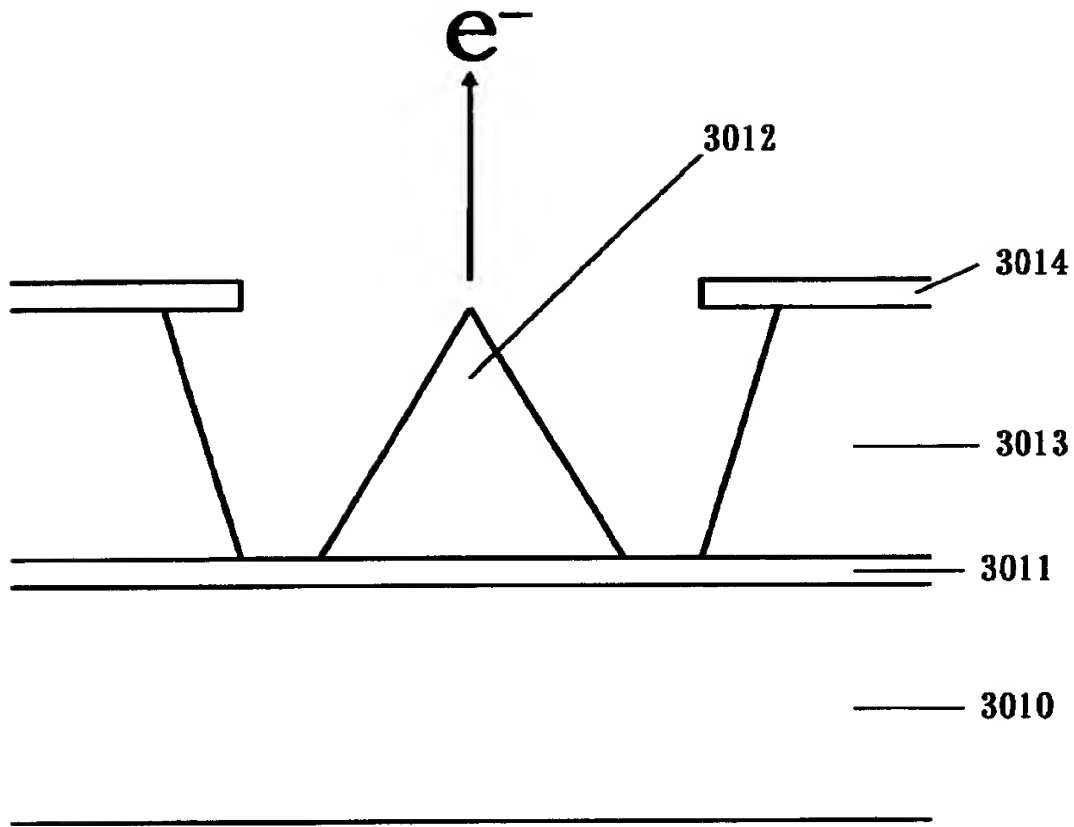
【图 25】



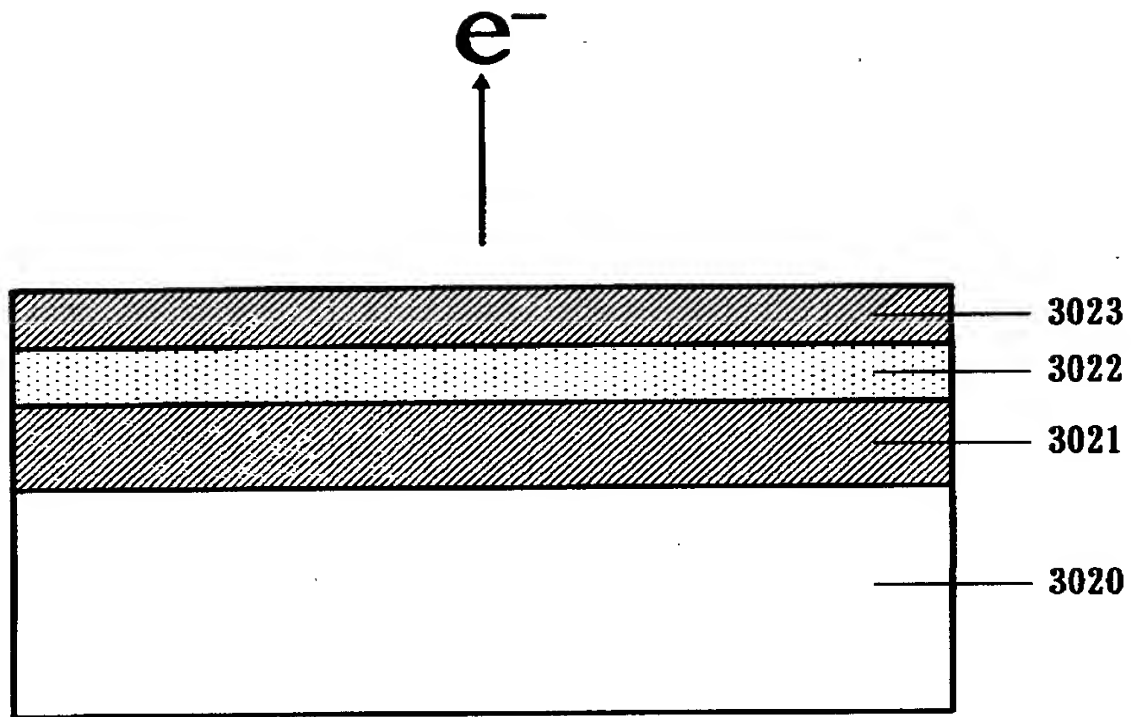
【図 26】



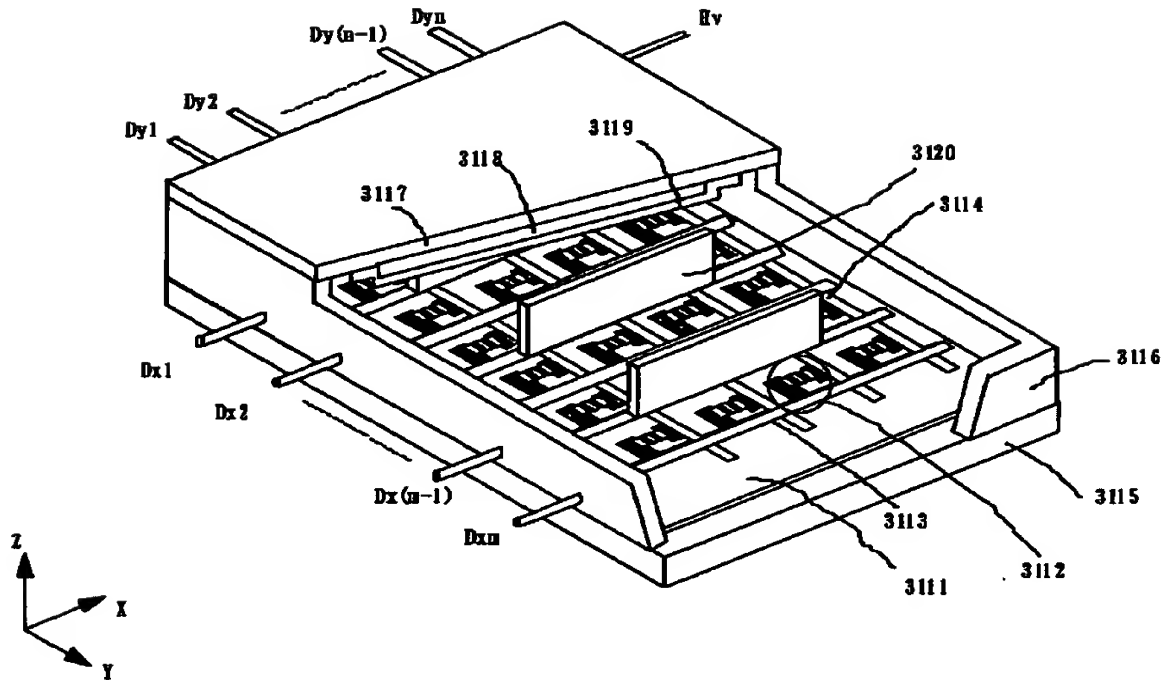
【図 2 7】



【図 2 8】



【図 2 9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 真空減圧装置を必要とせずに、放電耐圧が良好な電子線装置の低抵抗膜付きスペーサを容易かつ安価に作成できるようにする。

【解決手段】 複数の電子放出素子 1012 を有する電子源が配設されるリアプレート 1015 と、これに対向配置されるフェースプレート 1017 と、これらの間隔を保持するためのスペーサ 1020 とを有する電子線装置における、該スペーサ 1020 に、溶液の液滴を吐出しこれを加熱することによって低抵抗膜を付与する。

【選択図】 図 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000001007]

1. 変更年月日 1990年 8月30日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
氏 名 キヤノン株式会社